

~~J. IX 48~~

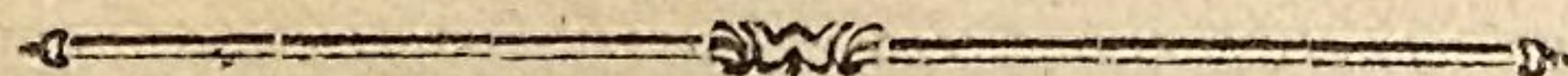
11

Phys. Geogr.

13.

D I E
BESTIMMUNG
D E R
GESTALT UND GRÖSSE
D E R E R D E,

WIE AUCH DER
VORRÜCKUNG DER NACHTGLEICHEN,
SCHWANKUNG DER ERDAXE,
VERHÄLTNISS DER MASSEN VON SONN ERD
UND MOND, ETC.



V O N

FRIEDR. WILH. GERLACH,
HISTORISCH - UND PHILOSOPHISCH - MECHANISCHER
WISSENSCHAFTEN LEHRER IN DER K. K.
INGENIEURAKADEMIE ZU WIEN.



W I E N,

GEDRUCKT BEY JOAN. THOM. EDL. VON TRATTNERN,
K. K. HOFBUCHDRUCKERN UND BUCHHÄNDLERN.

I 7 8 2.

TESTIMONY

OF THE

DEEDS

OF THE

OF THE

OF THE

OF THE

OF THE

OF THE

OF THE

OF THE

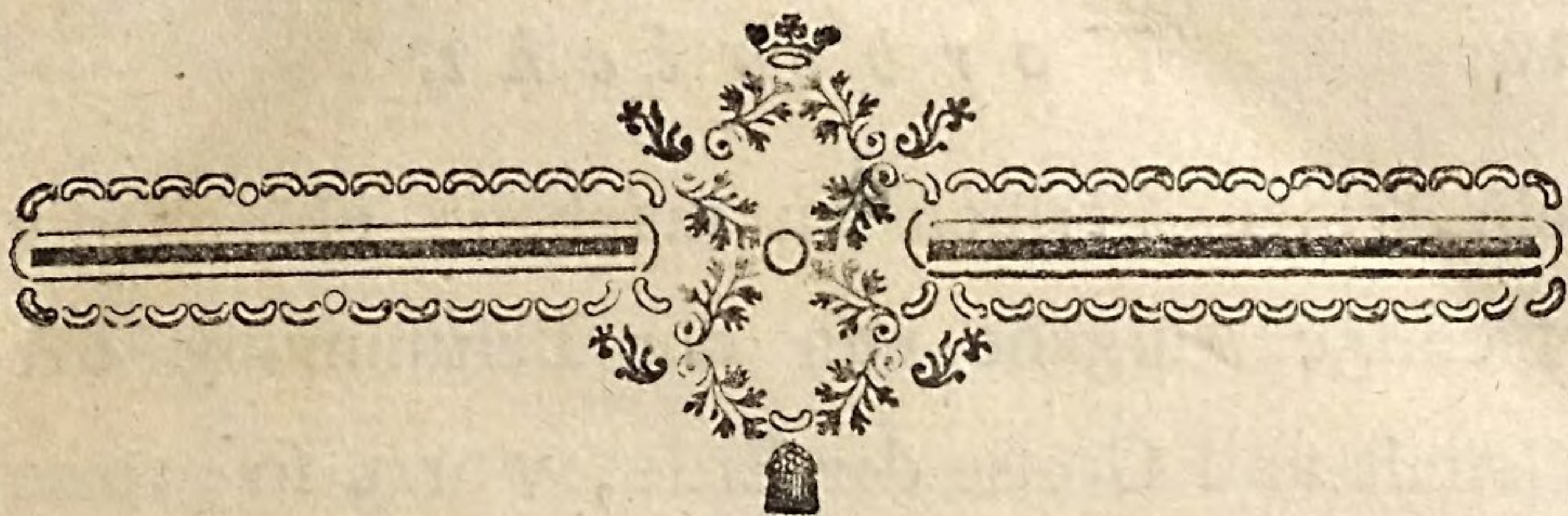
OF THE

OF THE

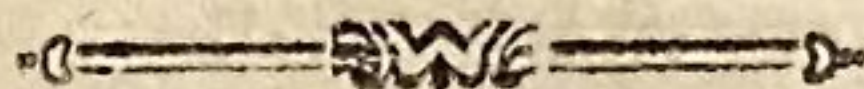
OF THE

OF THE

OF THE



VORBERICHT.



Dieses Werk, wie es hier ist, hält eigentlich fünf Theile in sich: die Geschichte der Bestimmung der Grösse und Gestalt der Erde, und drey Aufgaben, deren jede für einen Theil gelten kann, samt den nützlichen Folgen als dem fünften Theile. Es ist nach folgender Ordnung entstanden. Als ich nämlich kurz vor der Fasten des 1781ten Jahres mehr Musse hatte; fiel mir

ein, einen Versuch zu machen: ob ich die wichtige Aufgabe von der Bestimmung der Gestalt und Grösse der Erde, woran so grosse Meßkünstler mit allem möglichen Fleisse und Mühe gearbeitet, mehrere Monarchen viele Kosten verwendet, und die in der Astronomie, Geographie und Seefahrt so nützlich ist, nicht nach meinen mechanisch - physikalischen Kenntnissen auflösen könnte. Darauf entstanden dann erst die Auflösungen, mit den Anmerkungen und Zusätzen der zwey ersten Aufgaben: und ich freuete mich über die so nahe Uebereinstimmung meiner Auflösung mit den mir damals bekannten Ausmessungen der Erde; besonders, da eine, die Liesganigische des Wienergrades, damit ganz übereintraf. Ich suchte daher alle Gradmessungen, und setzte die Geschichte der Bestimmung der Grösse und Gestalt der Erde zusammen; und machte hierauf die Auflösung der dritten Aufgabe, samt den nützlichen Folgen für die Geographie und Astro-

Astronomie. Die da bestimmte Grösse und Gestalt der Erde trifft nun mit allen, 21-22, genauen Gradmessungen, über alle Erwartung, überein; auch mit der Vorrückung der Nachtgleichen, Schwankung der Erdaxe, und andern geographischen und astronomischen Beobachtungen. Genannte Vorrückung und Schwankung sind da aber anders, nach einem ganz andern Grunde, soviel mir bewußt, als andern, grossen Mathematikern, bey dieser Aufgabe beliebt, aufgelöset: welches mir eine besondere Entdeckung zu seyn scheint; da weder ihre Auflösungen unter sich, noch mit meiner übereinstimmen, wie man in diesem Werke sehen wird; und so die wahre Vorrückung von Tag zu Tag wird bestimmt werden können: wo es bisher nur die mittlere gewesen. Ja! wenn dieses ganze Werklein einem Ringe, einem kostbarn goldenen Ringe zuvergleichen; so ist das von der Vorrückung und Schwankung der Erdaxe, daran gewiss als das

Kostbarste, der groſſe Edelſtein (brillant) zu betrachten.

Herr *d'Alembert* ſagt in la Figure de la Terre der Encyclopedie nach der Vergleichung ſo vieler Gradmeſſungen mit den erhabenſten Theorien: *es mangelt nichts die Figur der Erde ſo unſicher zu machen, als der Pyrrhonismus es wünſchen kann, . . .* und man müſſe da noch *warten* und *zweifeln*. Wenn nun aber alles übereinſtimmt; mit der hier angegebenen Geſtalt und Gröſſe der Erde, ſo viele Gradmeſſungen und andere geographiſche und aſtronomiſche Beobachtungen: ſo denke ich, es ſolle jener Zweifel gehoben ſeyn; die ungemaine Bemühung jener genauen und groſſen Meſſkünſtler haben ihren vollkommenen Werth; und der Aufwand der erhabenſten Monarchen ihren Entzweck über alle Erwartung erreicht: wozu meine wenige Arbeit weiter nichts, als etwa, auf das ſchmeichelhafteſte, ſo viel, als die Polierung und Zuſammenſetzung der Edel-

ge-

gesteine zu ihrem Werthe, beygetragen: nichts habe ich gethan, als ihnen einen Glanz verschafft, ihren ganzen innerlichen Werth kennbar gemacht: wo sie hingegen auf die Bestimmung der Gestalt und Grösse der Erde auch ihren ganzen Glanz verbreiten, ihr die gänzliche Sicherheit gewähren; sie sind daran das, was an einem goldenen Ringe die kostbaren Steinlein sind. Der Unverständige mag über diese Gleichniß spotten: dem weisen Kenner aber wird doch gewiss, wie ich dafür halte, die Einsicht dieser Bestimmung unendlich lieber seyn, als der kostbarste Ring. Mein Wunsch ist also nur noch, daß diese durch den Beyfall anderer Messkünstler bestätigt werde! und die wahre Gestalt und Grösse der Erde samt der wahren Vorrückung und Schwankung der Erdaxe wird gewiss häufigen Nutzen bringen, in der Physik, Geographie, Seefarth, Astronomie. Nichts sage ich hier von der Bestimmung der Massen von Sonne, Mond und

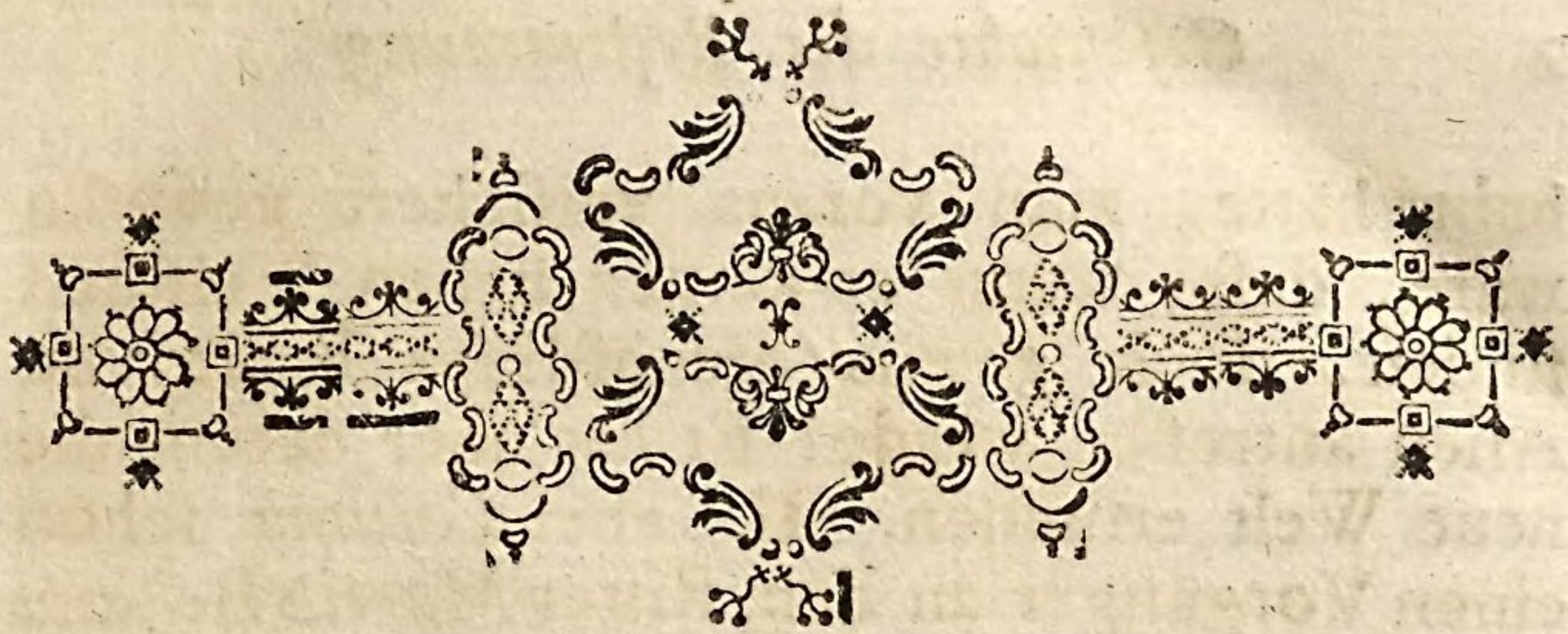
Er-

Erde, der Ebbe und Fluth; die in diesem Werklein ebenfalls geschehen. Der geneigte Leser wolle es nur mit Geduld durchgehen, und bey der Schwierigkeit der Rechnungen oder Ueberlegung der grossen Mühe der Messkünstler unserer Erde, auch der daraus geschöpften Kenntniss und Freude gedenken: wie jener UNENDLICHE, der alles, Unendlichgrosse und Unendlichkleine, sicher ohne Mühe, gemessen, gewogen, gezählt, gemacht hat, von uns unendlich unterschieden ist!

Den 16. May 1782.

F. W. G.

Ge.



G E S C H I C H T E

DER BESTIMMUNG DER GESTALT UND GRÖSSE DER ERDE.



I. §.

Die Aufgabe von der Bestimmung der Gestalt und Grösse der Erde ist gross und wichtig. Sie hat den grössten Einfluss in die Sternkunde, Erdbeschreibung, Schiffahrt und Kenntniß der Natur des unermesslichen Weltgebäudes. Ohne sie können weder die Weiten der Sonne und Planeten voneinander, in einem gewissen Masse angegeben, noch die Landkarten richtig verfertigt, noch der Weg auf dem grossen Weltmeere gefunden, noch so viel entfernte Dinge der Natur erkannt werden. Wie würde sich *Columbus* so weit auf die grosse See gewager haben, wenn er nicht schon einen guten Begriff von der Erde im Ganzen gehabt.

Gerlach Bestimmung. A

habt hätte, zum voraus versichert gewesen wäre, daß, wenn er keinen neuen Welttheil finden, doch gewiß die östliche Küste von Asien antreffen werde? Er hat aber darum die neue Welt erfunden. Hat aber *Columb* schon einen Vorgänger an dem Ritter *Martin Behaim von Schwarzbach* gehabt, welcher schon im Jahre 1460 *Fayal*, eine der azorischen Inseln, und hernach ganz Amerika samt der magelanischen Meerenge entdeckt, und solches alles auf einer Seekarte dem *Alphonsus* dem V. Könige von Portugall übergeben, welche *Columb* am portugiesischen Hofe zu sehen bekommen (Untersuchungen vom Meere, Frankfurt und Leipzig. 1750. I. Theil S. 16.): so hätte er vorher noch mehr Kenntniß von der Erde als von ihrer bloßen Gestalt gehabt; und zeigt immer, wie wichtig diese ist.

2. §. Es haben sich zu verschiedenen Zeiten weise Männer um diese große Aufgabe beym menschlichen Geschlechte verdient gemacht: und große Monarchen, denen die allgemeine Glückseligkeit am Herzen lag, haben sie oft unterstützt. Diese verdienen um so viel mehr Hochachtung; je ungereimter die Gestalt war, welche man in ältern Zeiten der Erde andichtete. Diese soll nach dem *Anaximander* einer Säule, nach dem *Leucipp* einer Walze (Zylinder), nach dem *Cleanthes* einem Kegel, nach dem *Heraclit* einem Kahne, nach dem *Democrit* einem hohlen Teller, nach dem *Anaximenes* und *Empedocles* einem ebenen, platten Teller gleichen; endlich nach dem *Xenophanes* von Colophon auf einer unendli-

endlichen Wurzel, und nach indianischen Völkern auf vier Elephanten ruhen.

3. §. Es ist aber nicht zu glauben, daß die genannten Männer so ungereimte Meinungen von der Gestalt der Erde geheget haben. Denn die Sternkunde hatte zu ihren Zeiten schon einen guten Fortgang gemacht. *Thales*, welcher vor ihnen gelebt, hatte schon Finsternisse vorgefaget. Dieses kann mit einer so grossen Unwissenheit der Figur der Erde nicht bestehen. Zudem hat *Aristoteles*, welcher noch vor manchem dieser Weltweisen gewesen, schon die runde Gestalt der Erde erkannt, und durch ähnliche Gründe, wie hier folgen, bewiesen.

4. §. Es fällt nämlich, wenn der Vollmond verfinstert wird, auf ihn der Schatten der Erde. Dieser erscheinet da immer rund, die Finsternis mag in was immer für einer Gegend des Himmels geschehen: so muß dann auch wohl die Erde rund, und zwar, wenigstens beynahe, kugelrund seyn. Dieses erweisen auch die Schiffe, welche vom Ufer weg aufs hohe Meer laufen: denn diese verschwinden dahinter nach und nach, und endlich ganz, so daß sich erst die untern Theile des Schiffes, hernach die höhern, die Mastbäume, die Segel, und das ganze Schiff, aus dem Gesichte verlieren. Ein gleiches begegnet den Seefahrern, welche beym Ablafen, erst die niedrigen Ufer, hernach die höhern Gebirge und Thürme, endlich das ganze Erdreich aus dem Gesichte verlieren. Das Widerspiel geschieht, wann sie ankommen: wo sie erst die hohen Gebirge und Thürme, hernach die nie-

drigen Ufer und das ganze nahe Erdreich zu Gesichte bekommen. Weil dieses nun nach allen Gegenden geschieht: so muß die Oberfläche des Meeres, mithin die Erde im Ganzen wohl, wenigstens beynahe, kugelrund seyn. Die Betrachtung der Sterne, des Himmels, lehret es uns auch auf der Oberfläche der Erde. Merken wir da einen Stern, der, wann er am höchsten, über unserm Haupte senkrecht ist. Alsdann reisen wir weit gegen Norden oder Süden, in der Mittagsline, beynahe grad fort: so werden wir an einem so weit entlegenen Orte beobachten, daß der Stern, wann er am höchsten, nicht mehr senkrecht über unserm Haupte seyn wird; sondern gegen Süden weicht, wenn wir gegen Norden gereiset; und gegen Norden, wenn wir gegen Süden gereiset. Woraus dann ebenfalls die Rundung der Erde zu schließen, so daß die Senkrechte, die Perpendikulare auf der Oberfläche der Erde, des Wassers, von dem Sterne immer mehr abweicht, je weiter wir vom ersten Orte, wo er senkrecht war, fort reisen; die Erde beynahe eine Kugel sey; und diese Senkrechte nach ihrem Mittelpunkte trachte. Ja heist es: die Senkrechte muß da, bey dieser Reise, vom Sterne abweichen, wenn die Erde auch nur eine ebene Scheibe wäre; wie wir in einem Zimmer erfahren können, wo der Mittelpunkt der Zimmerdecke desto mehr von unserm Haupte oder unserer Senkrechten abweicht, je mehr wir uns von des Zimmers Mittel entfernen. Allein der Stern ist nicht so nahe, daß wir seine Weite durch
eine

eine Distanz auf der Erde abmessen könnten, wie da im Zimmer bey gefagtem Mittelpunkte geschehen könnte: so müssen dann jene Abweichungen wohl durch die Rundung der Erde geschehen, und die Schwere muß nach ihrem Mittelpunkte beynahe trachten. Noch mehr wird man nun nach dem copernicanischen Weltbaue davon überzeugt, wo man erkennt, daß sogar der ganze Durchmesser der Erdbahne, 40 Millionen Meilen, gegen der Sterne Weite für nichts zu rechnen ist. Wie auch beweisen sie, die Runde der Erde, die seit dem Jahre 1492, wo *Columb* die Vorinseln von Amerika entdeckt, oft geschehenen Reisen der Seefahrer um die ganze Erde, deren Namen in mehrern Büchern, wie auch in unserer *kleinen Erdbeschreibung* zu finden.

5. §. Wenn nun die Erde eine Kugel ist, und die Schwere nach ihrem Mittelpunkte trachtet: so giebt es verschiedene Methoden ihre Grösse zu finden: welche *Wolf* in seinen *Element. Geograph.* hinlänglich beschreibet. *Erste*: man kann zwey Berge wählen, die etwas weit von einander entfernt sind, wo man von einem auf den andern sehen, und ihre Weite von einander messen kann: auf ihren Höhen mißt man die Winkel, welche die Visierline da mit den Senkrechten machet, zieht ihre Summe von 180° ab; so hat man den Mittelpunktswinkel, welchen die zwey Senkrechten in der Erde Mittelpunkte machen, folglich wie viel Grade oder Minuten die beobachteten Höhen von einander entfernt sind. Hat man nun ihre Weite auch in Klaftern gemessen: so läßt sich

durch eine Regel Detri, wo der erste Satz der Winkel in Graden zwischen den zwey Senkrechten, der 2^{te} 360° , und der dritte ihre Weite in Klaftern ist, der Umfang der Erde in Klaftern finden. *Kepler* hat diese Methode angegeben; aber sein Beyspiel giebt der Erde Halbmesser 905 deutsche Meilen, mithin sie zu groß an, wie wir noch erkennen werden.

2^{te} Methode: man wählet zwey Oerter in einem Meridiane, deren Weite voneinander man messen kann, und suchet von einem jeden die Polhöhe oder Breite, durch Sterne oder die Sonne: so weis man den Bogen zwischen beyden. Hat man nun die Weite auch in Klaftern gefunden: so läßt sich durch die Regel Detri, wie vorher, leicht der Erde Umfang finden. Die Araber, *Posidonius* und andere Alten bedienten sich der Sterne; *Eratosthenes* der Sonne. Er beobachtete nämlich in *Ægypten* zu *Alexandria* just, als die Sonne im nördlichen Wendezirkel, und zwar über der Stadt *Syene*, wo die Sonnenstralen in einen Brunnen um Mittag senkrecht fielen und darin gar keinen Schatten machten, war, den mittägigen Schatten von einem senkrechten Stabe; fand durch die Länge des Stabes und seines Schattens, den Winkel zwischen dem Stabe- und dem Sonnenstrale, und hielt diesen für den Bogen zwischen den genannten zwey Städten, welche nach seiner Meinung in dem nämlichen Meridiane lagen: ob sie schon nach unserer kleinen Erdbeschreibung $1^\circ 27'$ in der Länge unterschieden sind; und in der
Brei-

Breite $7^{\circ} 25'$, oder genauer $7^{\circ} 40'$, wofür er $7\frac{1}{2}$ Grad und 5000 Stade fand.

3^{te} Methode: welche *Clavius* vorschlägt: man wähle einen hohen Berg am Meere, und beobachte bey Sonnenuntergang oder Aufgang den Winkel, welchen der das Meer berührende Stral auf dem Berge mit der Senkrechten macht: so hat man ein Dreyeck, woran alle Winkel bekannt sind, folglich auch die Verhältniß des Radius zur Sekante. Da nun des Berges Höhe kann gemessen werden: so läßt sich dadurch auch der Erde Halbmesser finden.

4^{te} Methode, diejenige, welche die Messkünstler heutiges Tages brauchen und andern vorziehen, bestehet darin: man wählet eine Strecke Landes, und darauf viele Oerter, die etwas weit voneinander, doch nahe an einem Meridiane liegen, wo man von einem zum andern sehen kann, so daß die gesehenen Punkte die Winkel in einer Reihe oder Kette von Dreyecken seyn. Da mißt man eine Linie als die *Basis*, *Grund- oder Standline*, etwa die erste an der Reihe; beobachtet alle Winkel der Dreyecke, wie auch die scheinbare Höhe der Oerter; verbessert alle Winkel, so daß drey in einem Dreyeck just 180° machen; bringt sie auf den Horizont; wie auch die Standline; suchet alle Seiten der Dreyecke; ihre Neigungen gegen die da beliebig gefundene Mittagsline; ihre Weiten von dieser, oder Perpendikularen; der Perpendikularen Weiten von einander; folglich einen grossen Bogen des Meridianes in Klaftern; und endlich auch in Graden vermöge des beobach-

teten Unterschieds der Breite oder Polhöhe der Oerter. Beyspiele find in unser *kleinen Erdbeschreibung* und wir werden auch hier bald mehr davon sehen.

6. §. Ehe wir die gemachten Bestimmungen der Grösse der Erdkugel daher setzen, müssen wir die dabey gebrauchten Masse bestimmen. Davon find die Vornehmsten das *Stad* (Stadium) der Alten, und die heutige *Klafter*, welche sechs Schuh oder Fufs hat. Doch find weder die Klaftern noch die Schuhe bey den Nationen gleich. Folgendes Verhältniß verschiedener Masse ist nach unserm geschickten und genauen Messkünftler *Liesganig*:

Der Wiener Schuh.....	100000
— Alexandriner.....	112962
— Araber.....	87723
— Bayrische.....	92331
— Böhmische.....	93767
— Bologner.....	120319
Die Castilische Elle.....	264760
Der Dänische Schuh.....	100166
— Florentiner	
Die Erde zu messen.....	174195
Das Tuch zu messen.....	184443
Der Griechische, der alte.....	97382
Der Hebräer Elle.....	170131
Der Leidner Schuh.....	99326
— Londner.....	96460
— Mailänder.....	188400
— Mährische.....	105700
Die Neapolitaner Spanne.....	82889
Der Nürnberger - Schuh.....	96109
Der	

Der Pariser.....	102764
— Rheinländer oder Leidner.....	99326
— Römer, alter.....	93487
— ———, heutiger.....	94232
— ———, heutige Spanne.....	70674
— ———, heutiger Schritt.....	471160
— Schlefinger-Schuh.....	91550
— Sinefer.....	101146
— Schwedische.....	93951
— Strasburger.....	91544
— Turiner.....	162281

7. §. Wie die Schuhe, so find auch die Klaftern. Die *rheinländische Ruthe* aber hat zwölf Schuh. Wer also eines von diesen Massen kennet, der kennet auch, vermög der Verhältniß, die übrigen: und wer gar keines kennet, der kann sie durch die Länge des Sekundenpendels kennen lernen, wenn er diese durch die Erfahrung suchet: indem die neuern Mefskünstler sie bey verschiedener Breite angeben, wie wir selbst hier noch Beyspiele sehen werden. *Liesganig* giebt das Pendel von Wien, welches hier Sekunden schwinget, von 3 Wienerschuh, 1 Zoll 8,739 Linen, oder 452,739 Wiener- und 440,562 Pariserlinien an.

8. §. Durch Beobachtung der Pendellängen werden auch unsere Nachkommen unsere Masse wieder finden können, wenn wirklich die Maßstäbe verloren gehen sollten. Es wird nicht einmal schaden oder hindern, wenn auch die Umdrehung der Erde um ihre Axe sich ändern, ihre Geschwindigkeit sich vermehren oder vermindern sollte, wovon doch

noch keine Probe vorhanden ist. Denn man kann zu allen Zeiten aus ein paar Beobachtungen der Pendellängen von verschiedener Breite, ja auch aus einer der bekannten Breite, die Pendellänge unterm Pole finden: welche doch immer dieselbe bleiben wird, so lange sich die Masse und Schwere unserer Erdkugel im Ganzen nicht verändert, nicht vermindert oder vermehret. Wozu aber freylich erfordert wird, daß man die verschiedene Zeit einer Umdrehung der Erdkugel kennen muß. Liefse sich hingegen die Länge eines Sekundenpendels durch viele Jahrhunderte sicher aufbewahren: so könnten die Nachkommen hiedurch jene Zeit finden. Rechnungen über die Pendel werden wir noch sehen.

9. §. Das *Stad* der Alten hielt nach des *Plinius* Naturgeschichte 625 Schuh, der römische alte Schuh aber, wie aus dem vorigen erhället, und nach *Condaminen*, 10 Pariserzoll 11 Linen mithin das *Stad* des *Plinius* $94\frac{3}{4}$ Toisen oder Pariser Klaftern. Nach *Sansons* Geographie machen 2 gemeine Schritte einen *geometrischen Schritt*; 125 geometrische Schritte ein *Stad*, und 8 Stade oder 1000 geometrische Schritte eine Minute eines Grades. So wären die Stade unbestimmt, wie die deutschen, französischen und andere Meilen, welche sich nach der Grösse des Grades richten, da 15 deutsche und 25 französische gemeine Meilen einen Grad der Erdkugel ausmachen sollen. Nach dem vortrefflichen gothaischen Hofkalender hält ferner ein Grad des Aequators.

56 $\frac{2}{3}$	Arabische Meilen	60	Italiänische
250	Chinesische	104	Russische
70	Englische	10 $\frac{1}{2}$	Schwedische
13	Ungarische	17 $\frac{1}{2}$	Spanische
30	Indianische	66 $\frac{2}{3}$	Türkische.

10. §. Man findet da noch andere Verhältnisse der Masse: ich setze daraus die von Gewichtern her.

Ein Leipziger Pfund hält 32 Loth, ein Loth, 4 Quintlein, ein Quintlein 4 Pfennige, ein Pfennig 15 Grane, davon hat das Pfund in

	℔.	Loth.	Quintl.	℥.	Gran.
Amsterdam.....	1	1	3	1	10
Augsburg, großs Gewicht.....	1	1	2	3	3
— — —, klein Gewicht.....	1	—	—	2	6
Basel.....	1	—	—	2	6
Brüssel.....	1	—	—	2	—
Breslau.....	—	27	3	—	7
Braunschweig.....	1	—	—	—	—
Berlin.....	1	—	—	1	2
Bremen.....	1	1	3	—	—
Bourdeaux.....	1	1	2	3	—
Constantinopel.....	2	22	3	3	—
Cöln.....	1	—	—	—	—
Danzig.....	—	29	3	1	8
Florenz.....	—	23	1	—	1
Frankfurt am Mayn.	1	—	—	—	3
Genua.....	—	21	2	3	3
Genf.....	1	5	3	1	—
Gotha.....	1	2	1	3	—

Ham-

	lb.	Loth.	Quintl.	℞.	Gran.
Hamburg..	I	I	I	—	—
Königsberg..	I	—	—	I	—
Kopenhagen..	I	—	—	2	6
Londen..	—	30	3	3	9
Livorno..	—	23	I	I	10
Lübeck..	I	I	—	2	—
Lion..	—	28	2	3	—
Marseille..	—	28	I	I	8
München..	I	6	I	3	—
Memmingen..	I	3	—	I	7
Magdeburg..	I	—	—	I	—
Neapel..	—	29	—	I	8
Nürnberg..	I	2	3	3	—
Paris..	I	I	2	I	10
Petersburg..	—	28	—	—	3
Prag..	I	3	—	3	5
Rom..	—	23	I	—	I
Riga..	—	28	2	2	8
Regensburg..	I	6	I	3	—
Strasburg..	I	—	I	I	—
Schafhausen..	—	31	2	—	—
Thorn..	—	28	3	3	—
Ulm..	I	—	—	2	—
Venedig groß Ge- wicht..	I	—	2	3	—
— — — klein Ge- wicht..	—	20	2	2	9
Wien..	I	6	2	—	—
Zürch..	I	4	—	3	8
Zittau..	I	—	—	I	—

Wozu die Gewichter bey Ausmessung der Erde? *Antwort*: Zu Vergleichung der Schwere der Pendel, wenn sie vorkommt, etc.

II. §. Nun können wir uns einen richtigern Begriff von der Grösse der Erdkugel machen, welche verschiedene Autorn angegeben haben. Nach dem *Aristoteles* ist ihr Umfang 400000 Stade, mithin 1 Grad 1111 Stade, und wenn es plinische Stade sind, 1 Grad 105267 Toisen.

Eratosthenes hat, wie gesagt, für die Weite zwischen Alexandria und Syene $7\frac{1}{2}$ Grad und 5000 Stade, folglich für 1 Grad 666 Stade, das ist, 43123 Toisen gefunden. *Plinius* rechnet da, für 1 Grad 700 Stade, das ist, 66325 Toisen. Allein da die Stade nicht genug bekannt sind: so läßt sich nichts gewisses sagen. Da *Eratosthenes* den Unterschied der Breite von Alexandria und Syene so genau bestimmt hat; so muß seine Ausmessung wohl auch ziemlich genau seyn: wenn wir nur die rechte Grösse eines Stades wüßten.

Indessen ist nach dem *Eratosthenes* der Erde Umfang 250000, oder 252000 Stade. *Hipparchus* nimmt diese letzte Grösse an, ungeachtet er dafür hält, die Erde sey noch um 2520 Stade gröfser.

Nach dem *Posidonius* ist der Erde Umfang nur 240000 Stade. *Strabo* will ihn verbessern, und giebt nur 180000 Stade dafür an: welches Mafs auch *Ptolomäus* annimmt.

Die arabischen Mefskünstler des Califen *Almamon*, massen auf seinen Befehl im Jahre 827. (nach dem *Abulfeda*) auf der Ebene von
Sen-

Sennaar, *Singar* oder *Sanjar* am rothen Meere die Weite zweyer Oerter in einem Meridiane, und fanden für 1 Grad $56\frac{2}{3}$ arabische Meilen: welche *Picard* auf 47188 Toisen rechnet. Des *Ptolomäus* Gradmessung schätzeten sie 10 arabische Meilen grösser als die ihrige.

Der Geograph von Nubien im 12^{ten} Jahrhunderte giebt einem Grade 25 Meilen: allein, was waren es für Meilen? Man sieht da, daß aus allen diesen alten Ausmessungen der Erde, sich nichts gewisses sagen läßt, da uns nicht einmal ihr Maßstab bekannt ist. Nun folgen zuverlässigere, wenigstens in Ansehung des bekannten Maßstabes.

Fernel Leibartzt Heinrichs II. Königs in Frankreich, welcher im Jahre 1559 gestorben, fand für einen Grad 56746 Toisen, aber durch eine sehr fehlerhafte Methode: denn er bestimmte die Grösse des Weges zwischen Paris und Amiens durch die Anzahl der Umläufe der Räder seines Wagens, und zog ab, so viel er nach den Krümmungen und Ungleichheiten nöthig fand.

Snellius maß im Jahre 1616 und 1622 die Weite zwischen Alkmaer und Bergopzom nach der oben genannten 4^{ten} Methode, die von ihm den Namen hat, und gab einem Grade 57000 rheinländische Klaftern, oder 55021 Toisen. *Muschenbroek* verbesserte diese Ausmessung im Jahre 1720, und setzt den Grad auf 57033 Toisen. *Norwood* fand im Jahre 1634 für einen Grad zwischen Londen und York 57300 Pariserklaftern. *Riccioli* und *Grimaldi* messen in Italien bey Ferrara im Jahre 1654
und

und 1655 und *Riccioli* setzt für 1 Grad 64,363 Bolognemeilen oder 62650 Toisen.

12. §. Endlich aber mißt *Picard* im Jahre 1669 die Weite zwischen Paris und Amiens nach der snellischen Methode, mit einer Genauigkeit, wodurch er alle seine Vorgänger übertrifft, und findet für einen Grad 57060 Toisen. Es erstreckte sich seine Ausmessung auch gegen Mittag von Paris bis Malvoisine. Die Distanz zwischen den zwey Parallelzirkeln von Malvoisine und Amiens hielt nach ihm $1^{\circ} 22' 57''$ und 78907 Klaftern, mithin 1 Grad 57057 Toisen. Nach einem andern kleinern Bogen, zwischen Malvoisine und Soudon, von $1^{\circ} 11' 57''$ und 68348 Klaftern findet er für einen Grad 57064 Toisen. Darum wählet er bey nahe das Mittel 57060 Klaftern für einen Grad. Die Figur von seiner Reihe Dreyecke ist in *Wolfs Element. Geographiæ* Picards Quadrant, womit er die Winkel maß, hatte im Radius $3\frac{1}{2}$ Schuh; und nach ihm das Sekundenpendel zu Paris, das er im Jahre 1671 beobachtete, 3 Schuh $8\frac{1}{2}$ Line: wodurch jederzeit die Grösse seiner Klafter gefunden werden kann.

13. §. Bisher hatte man die Erde immer als eine Kugel betrachtet. Nun reisete *Richer* im Jahre 1672 auf die Insel *Cayenne*, die fast 5 Grad vom Aequator liegt, um da astronomische Beobachtungen zu machen. Da nimmt er wahr, daß seine Pendeluhr, die er zu Paris gerichtet hatte, sich in einem Tage, $2' 28''$ verweilte. Man schloß daraus, die Wärme müsse das Pendel ausdehnen, aber doch nicht so viel, als es nöthig war, selbes zu verkürzen,

zen, damit die Uhr den rechten Gang hätte. Er hatte mit einer eisernen Stange wegen des Pendels in Cayenne Versuche gemacht. Diese wurden nach seiner Rückkunft in Paris 10 Monate lang wiederholet. Und man schloß daraus, das Pendel in Cayenne müsse $1\frac{1}{4}$ Line kürzer seyn, als das zu Paris, welches Sekunden schwingt, und hier 3 Schuh $8\frac{3}{5}$ Line war lang befunden worden. Später hin hat *de la Condamine* gefunden, daß eine eiserne Klafter bey einem jeden Grad der Wärme nach dem reaumurischen Thermometer sich um $\frac{1}{87}$ Line, oder 0,0117 Line oder 0,00001354 Klafter verlängere. Es mußte also nebst der Wärme noch eine andere Ursache seyn, daß das Pendel beym Aequator sich so sehr verweile. Man hätte längstens schließen können, daß dieses von der Umdrehung der Erdkugel um ihre Axe kommen müsse, wodurch bey den Körpern eine Fliehkraft erwecket, und die Schwere vermindert werde. So mußte aber fast ein Zufall die Menschen erst auf diese Gedanken bringen. Hiedurch wurde aus der Erdkugel auch eine andere Figur. Man dachte: ein großer Theil derselben ist fließig, Wasser, Meer: dieses müsse daher durch den Schwung oder die Fliehkraft in der Mitte beym Aequator sich erheben, und bey den Polen niedriger seyn; mithin die ganze Erde eine bey den Polen eingedrückte Kugel seyn. Man wurde hierin durch die Figur des Jupiters gestärket, als welchen man durch gute Ferngläser als eine solche eingedrückte Kugel von ungleichen Durchmessern wollte gesehen haben.

14. §. Es fanden sich auch bald grosse Männer, welche diese Figur und ungleiche Durchmesser der Erde berechneten und bestimmten. *Huyghens* fand nach hydrostatischen Gründen die Axe zum Durchmesser des Aequators wie 577 zu 578; und *Newton* durch die anziehende Kraft, wie 229 zu 230; folglich der Letzte, den Eindruck der Kugel mehr als noch einmal so gross, als der Erste. Beyde aber setzten zum voraus, daß die Erde ganz fließig und durchaus von ähnlicher oder gleichschwerer oder dichter Materie, oder wenigstens so einmal gewesen wäre. Dadurch war also nichts erwiesen, nichts bestimmt: weil die Erde so nicht wirklich beschaffen ist, auch nicht bewiesen werden kann, daß sie so jemals beschaffen war. Man beschloß also die Figur der Erde durch die Ausmessung zu bestimmen.

15. §. Indessen wurde durch mehrere Versuche bestätigt, daß die Schwere der Körper mit Näherung zum Aequator sich ändere oder vermindere: obwohl *Picard* in Haag das Pendel von der nämlichen Länge als in Paris wollte beobachtet haben; und sich auch noch andere fanden, die Anfangs dem *Richer* widersprachen, und auch Versuche dagegen anführten. Allein diese werden nicht mit Genauigkeit gemacht worden seyn; wie auch *Newton* von *Couplets* und anderer ihren sagt. Wir werden weiter hinten ein ganz Verzeichniß von Versuchen mit Pendeln sehen.

16. §. Die Akademie von Paris erhielt jenem zufolge im Jahre 1683 von dem Könige den Befehl, die Mittagsline von Paris gegen
Gerlach Bestimmung. B Nor-

Norden und Süden, vom Ocean bis zum mittländischen Meere zu verlängern. *Cassini* gieng mit *Sedileau*, *Chazelles*, *Varin*, *Deshaies* und *Pernin* gegen Mittag; *de la Hire* mit *Potenot* und *le Fevre* gegen Mitternacht. Das Werk gieng schon gut von statten: als es auf einmal durch den Todesfall des Ministers *Colbert*, des Beschützers der Künste und Wissenschaften, unterbrochen wurde. Die Mefskünstler wurden noch in dem nämlichen, obgenannten, Jahre zurück berufen: und der König gab erst im Jahre 1700 neuen Befehl das Werk fortzusetzen. *Cassini* reisete daher im Augustmonate dieses Jahres wieder gegen Süden, da fortzufahren, wo er aufgehöret hatte. Als das Werk vollendet war; fanden diese Mefskünstler, dafs die Grade durch ganz Frankreich, von Norden gegen Süden wachsen, jeder um 31 Toisen. Daraus schlossen sie: also ist die Erdkugel bey den Polen eingedrückt und beym Aequator erhaben. Aber kaum hatten sie ihre Ausmessung der Welt mitgetheilt: und es wurde ihnen allgemein daraus das Widerspiel bewiesen, nämlich: dafs die Erde länglicht, die Axe gröfser als des Aequators Durchmesser seyn müsse. Es kommt nämlich darauf an, wie man die Richtung der Schwere annimmt. Gehet diese nach dem Mittelpunkte der Erde: so muß nach der *cassinischen* Bestimmung der Grade, die Erde eingedrückt seyn. Ist aber der schwere Richtung senkrecht auf die Oberfläche der Erde, folglich abweichend von ihrem Mittelpunkte: so ist diese nach der *cassinischen* Bestimmung länglicht. Und so ist das Widerspiel,

spiel, wenn die Grade nach Norden zu wachsen: wie sich leicht einsehen läßt. Aber es ist doch nach der Erfahrung, vermöge verschiedener Wasserwagen mit senkrechten Fäden, Wasser und Luftbläslein, und andern, der schwere Richtung auf der Erde oder des Wassers Oberfläche senkrecht.

17. §. Dieser allgemeine Schluss wurde in des Cassini Buche von der Grösse und Figur der Erde im Jahre 1718 bestätigt. Er gab da seine und seines Vaters Arbeiten an den Tag; schloß, daß alle Grade durch ganz Frankreich von Süden gegen Norden, von *Collioure* bis *Dünkirchen* abnehmen; der zwischen Collioure und Paris 57097, der zwischen Paris und Amiens 56975, der zwischen Paris und Dünkirchen 56960, und der Mittlere von Frankreich 57061 Toisen enthalte. Andere Ausmessungen, an den Parallelzirkeln von *S. Malo*, *Paris* und *Strasburg*, die im Jahre 1733 und 34 geschehen, bestätigten die Cassinische: und es wurde der Schluss gegen die Theorie gemacht: *die Erde sey länglicht.*

18. §. Die Vertheidiger der newtonischen und huyghenischen Theorie widersprachen dieser Bestimmung der länglichten Figur der Erde. Sie glaubten, daß die Ausmessung so naher Grade von keinem solchen Gewichte wäre, welches die Theorie umstoßen könnte. Wenn sie auch mit noch so grossem Fleisse gemacht wäre: so könnten doch kleine Fehler unterlaufen, die in der Folge beträchtig wären. Es wurde daher in der Akademie zu Paris der Vortrag gemacht, entfernte Grade, beym Ae-

quator und Pole zu messen. *Godin*, *Bouguer* und *de la Condamine* reisen im Jahre 1735 in Amerika nach Peru; und *Maupertuis*, *Clairaut*, *Camus* und *le Monnier* im Jahre 1736 nach Lappland. Diese Letzten, mit welchen auch *Outhier* und *Celsius* ein schwedischer Astronom gewesen, kamen im Jahre 1738 schon wieder zurück. Sie hatten beym Polarzirkel die Distanz zwischen den Parallelzirkeln von *Tornea* und *Kittis* von $55023\frac{1}{2}$ Klaftern und $57' 28''\frac{2}{3}$ gemessen und für 1 Grad 57438 Toisen gefunden: wovon *Bouguer* und *Condamine* wegen vernachlässigter Refraction 16 Klaftern abziehen, mithin dafür 57422 Klaftern angeben. Diese Ausmessung eines Grades von $66^{\circ} 20'$ der Breite ist also um 378 Klaftern größer als die Picardische von $49^{\circ} 23'$ der Breite. Ehe sie aber die Figur der Erde bestimmten, hielten sie für rathsam, die picardische Ausmessung zu verbessern. Picard hatte nämlich auf die Abweichung der Sterne (Aberration) Präcession und Refraction nicht acht gehabt. Diese zogen sie mit in die Rechnung und fanden für den Parisergrad statt 57060, nur 56925 Klaftern; folglich ihn um 513 Klaftern kleiner, als den nordischen. Die Erde mußte also eingedrückt seyn; und sie bestimmten die Verhältniß der Durchmesser 173: 174.

19. §. Die Vertheidiger der länglichten Figur der Erde machten alle mögliche Einwürfe gegen die nordische Ausmessung. Doch diese war endlich die Ueberwinderin. Ihre Gegner waren gezwungen die abermalige Ausmessung des Meridians durch ganz Frankreich anzuverlan-

langen. Diese geschah genauer als das erstemal, weil die Astronomie sich bisher verbessert hatte: und man war im Jahre 1740 sicher, dass die Grade, von Süden gegen Norden zu, wachsen; wie man in dem Buche *la méridienne vérifiée dans toute l'étendue du royaume* par M. Cassini de Thury, fils de M. Cassini, so im Jahre 1744 zu Paris herausgekommen, sehen kann: obschon einige Grade etwas abweichen, welches augenscheinlich von den Beobachtungen herrühret. Wir werden sie unten sehen.

20. §. Indessen hatten die nordischen Messkünstler schon im Jahre 1739 für nothwendig gehalten, die picardische Ausmessung noch einmal zu verbessern, wenigstens in Ansehung der Grösse des Grades mittelst der Beobachtung der Sterne, weil sie bessere Instrumente hätten, und Picard, wie schon gesagt, verschiedenes ausser Acht gesetzt. Sie fanden demnach statt 57060 Toisen 57183, folglich itzo vielmehr, da sie das erstemal weniger als Picard gefunden hatten. Dadurch wurde die Verhältniss der Durchmesser der Erde 177: 178.

21. §. Picards Fehler müssen sich also zum Theile aufgehoben haben. Denn die Messkünstler des ganzen Meridians von Frankreich eigeneten dem picardischen Grade das letztemal im Jahre 1740 nur $14\frac{1}{2}$ Toise mehr als Picard, nämlich $57074\frac{1}{2}$ Klaftern zu. Und er muss nicht so schlecht gemessen und beobachtet haben; indem sein Pendel von dem *Mairanischen* kaum $\frac{1}{5}$ Line unterschieden, kleiner als dieses ist. Daher muss auch seine Klafter mit der

Mairanischen, welche unterm Polarzirkel und Aequator gebraucht worden, übereinkommen. Doch will man (nach Herrn *de la Lande* Astronomie) einen Unterschied unter diesen dreyen Klaftern, die nach demselben Original (*Étalon du Chatelet de Paris*) von dem nämlichen Künstler *Langlois* gemacht worden, beobachtet haben. Die *Nordische* soll um ein fünfzehntel der Line größer als die *Mairanische*, und um ein zwanzigstel oder fünf und zwanzigstel der Line kleiner als die *Peruanische* seyn. Diese Letzte seye Herrn *Liesganig* nach Wien, Herrn *Becaria* nach Turin und dem Ritter *Turgot* nach Cayenne; die *Mairanische* aber nach Rom und Florenz (versteht sich in der Copie) geschickt worden; auch eine in Spanien.

22. §. Die drey Messkünstler in Peru, mit welchen die zwey spanischen Officiere *Don Georg Juan* und *Don Antonio d'Ulloa* waren, endigten endlich bey *Quito* nach den auf den erstaunlichen Gebirgen überstandenen Schwierigkeiten, ihre Ausmessung im Jahre 1741. Sie hält einen Bogen zwischen den zwey Sternwarten zu *Cothesqui* und *Tarqui* von $3^{\circ} 7' 1''$ und 176950 Klaftern. So kommen für den Grad 56775 Toisen; und bey des Meeres Oberfläche setzet *Condamine* 56753: wovon Herr *de la Lande*, um sie mit der *Nordischen* zu vergleichen, wegen der Klaftern Unterschied drey abzieht, und da für 1 Grad 56750 Toisen setzet. Er sollte aber 1 bis 2 Klafter mehr setzen, nämlich 56754 Toisen für 1 Grad; weil die *nordische* Klafter kleiner als die *Peruanische* ist. Dieser *quitoische* Grad ist also merklich
klei-

kleiner als der *Pariser*, und noch vielmehr, als der *Lappländische*. Nach ihm und diesem kommt für das Verhältniß der Durchmesser der Erde 214: 215. Dieses kommt dem *Newtonischen* nahe genug. Nichts destoweniger nimmt Bouguer zu diesen zwey entferntesten gemessenen Graden noch den von Paris und diesen zwar von 57074 Toisen, und bestimmt eine ganz andere Figur der Erde als die *Elliptische*, welche nach dem *Newton* herauskommt, wie *Maclaurin*, *Clairaut* und andere erwiesen haben: indem in dieser die Grade der Breite, wie die Quadrate ihrer Sine, in der *Bougueri-schen* aber wie die vierten Potenzen der Sine der Breiten wachsen, und das Verhältniß der Durchmesser 178: 179 ist.

23. §. In dem Jahre 1752 befand sich *de la Caille*, welcher mit dem *Cassini* den größten Antheil an der Ausmessung der Grade von Frankreich vom Jahre 1740 hatte, auf dem *Vorgebirge der guten Hoffnung*, wo er von der Akademie, wegen astronomischer Beobachtung hingeschicket worden. Da fand er bey $33^{\circ} 18'$ südlicher Breite durch seine Ausmessung für 1 Grad 57037 Toisen.

24. §. In Italien im Kirchenstaate zwischen Rom und Rimini im Jahre 1755 maßen *Maire* und *Boscovich* bey $43^{\circ} 1'$ der Breite einen Grad, und fanden dafür 56979 Toisen. Dieser weicht von dem in Frankreich im Jahre 1740 gemessenen Grade der Breite $43^{\circ} 31'$ viel ab: indem dieser da, von 57048 Toisen bestimmt worden ist.

25. §. Im Jahre 1756 wurde der Parisergrad noch einmal gemessen, von acht Akademikern, wobey sich auch Herr *de la Lande* befand. Sie fanden zwischen der Parisersternwarte und dem Thurme der Kathedralkirche von Amiens eine Distanz von 60390 Klaftern; und die zwischen dem Frauenthurne in Paris und der Spitze von Amiens von 59418 Klaftern, und von $1^{\circ} 2' 28''$; mithin für den Grad zwischen Paris und Amiens 57072 Toisen. Diese Ausmessung ist also von der *Cassinischen* und *de la Caillischen* vom Jahre 1740 nur um 2 Klaftern unterschieden: und *de la Lande* hält sie für genau. Das reaumurische Thermometer zeigte da den 10. oder 12^{ten} Grad der Wärme.

26. §. In den Jahren 1760 bis 64 Maffen *Beccaria* und *Dominica* den Grad bey Turin; fanden da die Breite von *Turin* $45^{\circ} 4' 14''$, 03, die von *Andrata* $45^{\circ} 31' 18''$, 32, und die von *Montregal* $44^{\circ} 23' 33''$, 61; mithin den Bogen zwischen Andrata und Montregal $1^{\circ} 7' 44''$, 71, den zwischen Andrata und Turin $27' 4''$, 29, und den zwischen Turin und Montregal $40' 40''$, 42; und bey des Meeres Oberfläche diesen letzten von 38733, 39 Klaftern, den vorletzten von 26153, 62 Klaftern, mithin den ganzen zwischen Andrata und Montregal von 64881, 01 Klaftern. So kommen nach dem ganzen Bogen für 1 Grad 57468, 59 Klaftern; nach dem nördlichen Theile für 1 Grad 57965, 65; und nach dem südlichen für 1 Grad 57137, 79 Klaftern. So ist dann dieser Grad sehr groß, und die zwey Theile geben einen Unterschied in dem ganzen Grade von 827, 86 Klaf-

Klaftern. Doch ist die ganze Ausmessung mit grossem Fleisse und Genauigkeit gemacht worden, wie man in dem Buche *Gradus Taurinensis*, so 1774 zu Turin herausgekommen, und ich durch des k. k. Herrn Astronoms *Hell* Güte zum Gebrauche empfangen habe, sehen kann. Der grosse Bogen ist da, bis auf den kleinen Zusatz wegen der Oerter der astronomischen Instrumente, womit die Sterne beobachtet worden, viernial bestimmt worden, zweymal durch 4 Dreyecke, und zweymal durch 2 Dreyecke. Die ersten 2 Bestimmungen waren jede ohne Bruch 64825 Klaftern, und nur um $\frac{5}{100}$ Klafter unterschieden; die 2 andern jede ohne Bruch 64829 Klafter und $\frac{8}{100}$ Klafter unterschieden; mithin der Unterschied der letzten und ersten, 4 Klaftern. Was will man mehr? wie gross ist der Unterschied, wenn man das Mittel wählet? Die Autorn dieser Ausmessung meinen, es können nebst den Gebirgen noch viele Urfachen in der Erde verborgen liegen, welche die Ausmessungen so unterschieden machen. Hier ist gleich gegen Norden vom Dorfe *Andrat* der Berg *Montecavallo*, welcher fort in die Höhe steigt, und da, wo er am höchsten ist, *Mombarone* genannt wird, der 1098 Klaftern hoch, und 3135 Klafter von *Andrat* entfernt ist, und von der andratischen Mittagsline ungefähr 15 Grad gegen Morgen abweicht. Dieser steigt fernerhin noch höher, und empfängt in der Weite von 22000 Klafter von *Andrat* den Namen *Rosa*, dessen Gipfel 2212 Klaftern höher als die Turiner Sternwarte ist. Er verliert hernach seine Stei-

le, und breitet sich weit, besonders gegen Mittag aus.

27. §. In den Jahren 1762 bis 66 hat Herr *Liesganig* durch Unterstützung der höchstseligen Monarchin *MARIA THERESIA* drey Grade des Wienermeridianes, die Distanz von Sobieschitz bis Warasdin, mit sehr großer Geschicklichkeit und Genauigkeit gemessen, wie in seinem Werke zu sehen, das diesen Titel führet: *Dimensio Graduum Meridiani Viennensis & Hungarici Augg. iussu & auspiciis perfecta*, a Josepho Liesganig S. J. Vindobonæ 1770. Er bestimmt da für den Bogen des Meridians zwischen den Parallelzirkeln von Wien und

Sobieschitz 61092,5 W. Kl. | Grätz 66682,9 W. Kl.
Brünn 57585,0 - - | Warasd. 111703,5 -

Die Breite von Sobieschitz... 49° 15' 3" $\frac{1}{2}$
— Von dem Schloß Spilberg zu
Brünn... 49 11 28
— Der Jes. Sternwarte zu Wien. 48 12 34 $\frac{1}{2}$
— Des P. Guld. Sternwarte zu
Grätz... 47 4 9
— Dem Jes. Kirchthurm zu Warasdin... 46 18 18

Vermöge dieser Unterschiede der Breite und obiger Weiten kommen folgende Größen in Wienerklaftern für 1 Grad:

I. Von Wien und Sobieschitz. 58664,4 W. Kl.
II. — Wien und Brünn... 58668,7 - -
— Wien und Grätz... 58468,1 - -
— Grätz und Warasdin.. 58938,2 - -
III. Sobieschitz und Warasdin. 58655,0 - -
IV. Wien und Warasdin... 58649,2 - -
Die-

Diese Grössen stimmen nicht überein: und der Autor glaubet, es rühre von dem Gräzergebirge her: welches die Richtung der Schwere der Körper etwas ändere, oder diese anziehe: indem da der *Schöckel* 795 und der *Weixel* 929 W. Kl. über dem Meere erhoben ist. Indessen zieht er nach einer mittlern Proportionale folgende Grössen der Grade heraus; welche gegen Süden abnehmen:

	1 Grad	der Breite
Aus I. und II.	58666, 5 Kl.	48° 43'
— III.	58655, 0 —	47 47
— IV. und I. and.	58643, 2 —	47 15 .

Weil dieser Grade Grösse da von dem Horizonte der Neustädterstandline zu verstehen; dieser aber bey deren nördlichem Ende 132 Klafter höher als das Meer ist: so zieht er von jedem 2, 3 Klafter ab, um die Grösse eines Grades für des Meeres Oberfläche zu haben. Dafür kommen also folgende Masse:

Wiener Klaftern	Pariser	für die Breite
58664 —	57086 —	48° 43'
58652 —	57074 —	47 47
58641 —	57064 —	47 15 .

Die Basis oder Standline bey *Neustadt* hatte Herr *Liesganig* dreymal gemessen, und keine Messung differirte von der andern um 1 Schuh. An ihren Enden hat er zwey Gränzsteine, zu einem ewigen Andenken, und deren Prüfung, errichtet. Auf dem Nördlichen sind folgende Worte in lateinischer Sprache: *Unter Franzens und Marien Theresiens Maj. Maj. allerhöchstem Befehle und Schutze habe ich*

ich Joseph Liesganig a. d. G. J. drey Grade des Wienermeridians gemessen, und diesen nördlichen Gränzstein der Standline gesetzt im Jahre 1762. Auf dem Südlichen stehet: von dem Mittelpunkte dieses südlichen Gränzsteines bis zum Mittelpunkte des nördlichen Gränzsteines sind 38465 Wienerschuh 5 Zoll.

28. §. Im Jahre 1769 maß Herr Liesganig den ungarischen Grad nicht weit von Peterwardein. Er hatte da zwey Sternwarten, eine zu Czurock im $45^{\circ} 26' 25''\frac{1}{2}$ und die andere in Kisteleck, dem $46^{\circ} 28'$ der Breite errichtet. Die Weite zwischen beiden Parallelzirkeln war 59990, 29 Wienerklaftern. Folglich kamen für 1 Grad, dessen Mitte die Breite $45^{\circ} 57' 12''$, 6 hat, 58454, 3 Wienerklafter und bey des Meeres Oberfläche 58453 Wiener- und 56881 Pariserklaftern. Dieser Grad ist also so abweichend, oder von andern so sehr unterschieden, als der bey Grätz in Steyermark. Der Autor meint, dieses rühre von reichen Aertzadern unter der Erde her. Peterwardein ist von der Kisteleckermittagsline 5118, 1 Wienerklafter gegen Abend, und von seiner Perpendikulare 70948, 9 Wienerklafter gegen Mittag gelegen. Dieser Ausmessung wohnten zwey kaiserl. Officiere Unterberger und Verite mit seinem Künstler dem Bruder Ramspöck bey: und sie ward gewiß genau verrichtet, wie aus seinem citirten Werke abzunehmen.

29. §. Nun weis ich keine Ausmessung mehr, als die von dem amerikanischen Grade unter $39^{\circ} 12'$ nördlicher Breite: welcher 56903 Toisen hält, wie Herr de la Lande Herrn Liesganig ge-

geschrieben, und auf der 257 Seite seiner Dimensionis graduum zu sehen.

30. §. Um alle diese genaue Ausmessungen leichter zu übersehen, will ich sie hier zusammensetzen, in eine

T A B E L L E
genauer Ausmessungen nach Picards Zeiten.

Grade in Lappland....	Breite		Klaftern.	
	66°	20'	—	57422
Frankreich....	[49	56	—	57084
	[49	23	—	57074
	[49	3	—	57069
	[47	58	—	57071
	[47	41	—	57057
	[46	51	—	57055
	[46	35	—	57049
	[45	45	—	57050
	[45	43	—	57040
	[44	53	—	57042
	[43	31	—	57048
Deutschland....	[48	43	—	57086
	[47	47	—	57074
	[47	15	—	57064
Ungarn..	45	57	—	56881
Italien.	[44	57	—	57468
	[43	1	—	56979
Amerika.....	[39	12	—	56903
	[0	0	—	56753
Afrika	33	18	—	57037

31. §. Ungeachtet da die Grade von Deutschland und Ungarn, wie auch der erste von Italien nicht an dem rechten Orte der Reihe stehen: so kann man sie doch leicht einschalten:
und

und man sieht augenscheinlich, daß die Grade gegen Süden wirklich abnehmen, ungeachtet einiger kleinen Abweichungen; nur den ersten Italienischen oder Turiner, den Ungarischen und Afrikanischen muß man ausnehmen. Von der Breite $49^{\circ} 23'$ oder den Parisergrade sind noch fünf Ausmessungen, wie schon gemeldet: die 1^{te} von 57060, die 2^{te} von 56975, die 3^{te} von 56925, die 4^{te} von 57183 und die 5^{te} von 57072 Toisen. Freylich ist wohl zu bewundern, wie bey einer solchen Genauigkeit und Fleiß die Ausmessungen auch des nämlichen und selben Grades, um 258 Toisen differiren können, wie doch bey dem von Paris geschieht. Nehmen wir auch den ersten Italienischen den Turinergrad: dieser sollte vor dem letzten von Frankreich stehen: und wie viel ist er von diesem unterschieden? über 400 Toisen, und größer als der Lappländische, um 46 Toisen. Wie ist der steyerländische oder Gräzergrad in Theilen von sich selbst, der Turiner so von sich selbst nicht unterschieden? Jener über 400, und dieser über 800 Toisen. Wie kann man hernach auf drey gemessene Grade eine Hypothese bauen, und nach dieser die Figur der Erde bestimmen, und dazu noch zugleich einen Grad annehmen, wobey sechs verschiedene Ausmessungen, ohne die ältern, sind, wie *Bouguer* gethan? Ich will itzt weiter nichts von dem nordischen und südlichen Grade sagen. Genug, andere Ausmessungen stimmen damit nicht überein, wie man in der *Encyclopedie* bey Figure de la Terre sehen kann.

32. §. Wie die Ausmessungen mit der *newtonischen* Theorie und Rechnung übereinstimmen, kann man aus folgender Tabelle sehen.

Breite	Toisen	Breite	Toisen für 1 Grad nach <i>Newton</i> .
0° —	56637	50 —	57074
10 —	56659	60 —	57196
20 —	56724	70 —	57295
30 —	56823	80 —	57360
40 —	56945	90 —	57382

Hiemit stimmt also kein gemessener Grad überein. Nach allen Vergleichen der Ausmessungen mit Theorien und Hypothesen spricht *d'Alembert* (cit. loc.): Il ne manque plus rien... pour rendre la Figure de la Terre aussi incertaine que le pyrrhonisme peut le desirer: *Es fehlet nichts mehr die Figur der Erde so unsicher zu machen, als der Pyrrhonismus es wünschen kann.*

33. §. Bey den Ausmessungen, und auch sonst noch, beobachteten viele Messkünstler, in Ansehung der Figur der Erde, an verschiedenen Oertern der Breite, die Länge des Pendels, welches Sekunden schwinget. Diese wollen wir also auch sehen. Ich setze sie aus *P. Fröhlichs* *Figura telluris* gleich in Tabellen daher, nach Pariserschuh und Linen.

Orr.

Ort.	Breite.	Pendellänge.	Ort.	Breite.	Pendellänge.
A	66° 48' 0''	3' 9''' 17	a	18° 27' 0''	3' 7''' 333
B	64 34 0	3 8 , 6	b	18 27 0	3 7 , 233
C	55 40 45	3 8 , 5	c	18 0 0	3 7 , 536
D	52 4 9	3 8 , 5	d	17 19 22	3 6 , 75
E	51 31 0	3 11 , 65*	e	16 0 0	3 6 , 5
F	— — —	3 8 , 5	f	14 44 0	3 6 , 5
G	— — —	3 8 , 748	g	14 40 0	3 5 , 83*
H	48 50 10	3 8 , 5	h	12 6 0	3 6 , 5
I	— — —	3 8 , 6	i	9 33 0	3 5 , 6*
K	— — —	3 8 , 555	k	— — —	3 7 , 071
L	— — —	3 8 , 555	l	— — —	3 7 , 077
M	— — —	3 8 , 333	m	8 35 8	3 7 , 2
N	— — —	3 8 , 083	n	4 55 0	3 7 , 7
O	— — —	3 8 , 566	q	— — —	3 6 , 44*
P	48 12 34,5	3 8 , 562	Südbreite		
Q	45 46 10	3 6 , 3*	p	0° 2' 0''	3 6 , 96
R	— — —	3 8 , 5	q	0 9 0	3 6 , 82
S	43 30 0	3 8 , 5	r	— — —	3 6 , 93
T	43 23 40	3 8 , 5	s	0 25 0	3 6 , 82
U	38 42 30	3 6 , 0*	t	0 38 1	3 6 , 84
X	30 2 20	3 8 , 25*	u	6 38 18	3 5 , 0*
Y	19 48 0	3 7 , 0	x	16 0 0	3 7 , 666
Z	18 27 0	3 7 , 375			

Es ist nämlich die Pendellänge bey A oder 66° 48' der Breite in *Pello* von *Maupertuis*, *Clairaut*, *Camus*, *le Monnier* im Jahre 1737 beobachtet worden.

- B In Archangel, von *Delisle*, de la Croire, 1728.
 C Uranienburg, von *Picard*, *Bartholinus*, *Spole*, *Römer*, 1671.
 D Haag, von den nämlichen, vor 1679.
 E Londen, von den nämlichen, vor 1671.
 F Londen, von *Römer*, 1671.

G

- G Londen, von Graham, 1732.
H Paris, von Picard, vor 1672.
I Paris, von Richer, 1682.
K Paris, von Varin, des Hayes, und du
Glos, 1682.
L Paris, von Godin, 1735.
M Paris, von Bouguer, 1735.
N Paris, von de la Condamine, 1735.
O Paris, von Mairan, 1735.
P Wien, von Liesganig, 1765.
Q Lion, von Mouton, vor 1670.
R Lion, von Picard, 1674.
S Bayonne, von Picard, und de la Hire, 1680.
T Port de Sete, von Picard, 1674.
U Lifabon, von Couplet, 1697.
X Cairo, von Chazelles, 1694.
Y Vorgebirge der Inf. S. Dominik, von des
Hayes, 1699.
Z Petit Goave, der nämlichen Inf. von Godin,
1735.
a Petit Goave, von Bouguer, 1735.
b Petit Goave, von de la Condamine, 1735.
c Blak River in Jamaika, von Camphell, 1733.
d Der Inf. S. Christoph bey Castrum, von
des Hayes, 1699.
e Quadalupa, von Varin, des Hayes, und
du Glos, 1682.
f Der Inf. Martinik, S. Peter, von densel-
ben, 1682.
g Der Inf. Gorea, von Feuillée, 1704.
h Granada in Amerika, von des Hayes, 1699.
i Porto bello, von Feuillée, 1704.
k Porto bello, von Godin, 1735.
l Porto bello, von Bouguer, 1735.

m	Panama, von Godin, Bouguer, de la Condamine, 1735.
n	Cayenne, von Richer, 1672.
o	Cayenne, von des Hayes, 1699.
p	Punta Palmar, von de la Condamine, 1736.
q	Riojama, von Bouguer, 1736.
r	Riojama, von de la Condamine, 1736.
s	Quito von Bouguer, 1736.
t	Quito, von de la Condamine, 1736.
u	Paraiba, von Couplet, 1698.
x	Der Inf. S. Helene, von Halley, 1677.

34. §. Da ist offenbar, dass die Pendellänge, folglich auch die Schwere, von Norden gegen Süden abnehme. Die Beobachtungen selbst zeigen ein gewisses Gesetz, nach welchem die Abnahme geschieht. Einige weichen davon ab, besonders die mit dem Sternlein * gezeichnet sind. Doch wird man dieses Gesetz aus den Beobachtungen schwerlich herausbringen. Denn von d bis o herrscht eine Unordnung; indem da die letztern überhaupt größer als die erstern sind: und in der südlichen Halbkugel unweit des Aequators sind die beobachteten Längen auch kleiner als die nördlichen. Sehet aber, wie sie, die Pendellänge, *Newton* durch die Rechnung bestimmt, nämlich nach Parisermaße bey der

Breite	die Pendellänge	Breite	die Pendellänge
0°	— 3' 7", 468	25°	— 3' 7", 812
5	— 3 7 , 482	30	— 3 7 , 948
10	— 3 7 , 526	35	— 3 8 , 099
15	— 3 7 , 596	40	— 3 8 , 261
20	— 3 7 , 692	45	— 3 8 , 428
			Breite

Breite die Pendellänge	Breite die Pendellänge
50° — 3' 8", 594	75° — 3' 9", 258
55 — 3 8 , 756	80 — 3 9 , 329
60 — 3 8 , 907	85 — 3 9 , 372
65 — 3 9 , 044	90 — 3 9 , 387
70 — 3 9 , 162	

Diesen berechneten Pendellängen kommen die beobachteten nahe genug. Denn ich zweifle, daß eine so vollkommene Beobachtung möglich ist, daß sie auch mit der wahren Theorie genau, oder auch nur auf ein Haar, übereintrifft.

35. §. Die Längen der Pendel, welche in einem leeren Raume die Sekunden schwingen, sind nach der *Encyclopedie figure de la terre*,
Differenz

untern Aequator..	439", 21	—
in Porto bello....	439 , 30	— 0, 09
in Petit Goave...	439 , 47	— 0, 26
in Paris.. . . .	440 , 67	— 1, 46
in Pello.. . . .	441 , 27	— 2, 06

wo das Pendel in Paris und Pello um $\frac{1}{70}$ Line länger gesetzt worden, als das da in der Luft die Sekunden schwinget. Nun sind nach dem *P. Bosovich* die Differenzen den Quadraten der Sine der Breite, oder, welches eins ist, den halben Querfinen (sin. vers.) der doppelten Breite proportioniert; diese aber: 7: 24: 138: 206; freylich wohl etwas kleiner; aber der grösste Unterschied nur 0, 08 Line: welches eine erstaunliche Uebereinstimmung der Beobachtung mit der Regel zu seyn scheint; doch aber nicht ist; sondern eine Abweichung von $\frac{8}{143}$ oder $\frac{4}{73}$ der ganzen Beobachtung.

Indessen stimmen diese Längen mit der *newtonischen* Rechnung noch weniger überein. Doch haben sich verschiedene groſſe Männer hervorgethan, welche getrachtet haben, die *newtonische* Theorie oder eingedrückte *elliptische* Figur der Erde, theils noch ſchärfer zu erweiſen, theils mehr auszuführen, und ſogar bey ungleichen Theilen der ganz flieſſigen Erde ihre Figur zu beſtimmen: gleichwie *Stirling* in den *philosophischen Transactionen*, *Clairaut* eben da und in ſeiner Theorie de la figure de la Terre, *Maclaurin* in ſeiner *Abhandlung der Ebbe und Fluth*, und *Fluctionenrechnung*, und *d'Alembert* in ſeinen *Recherches ſur le Syſtème du monde* gethan haben.

36. §. Man iſt gar auf die Gedanken gekommen: es könnte der Erde Figur irregulär, die Meridiane einander unähnlich ſeyn. *Buffon* ſcheinet, vermög ſeiner *Theorie der Erde*, der erſte dieſer Meinung geweſen zu ſeyn: und *de la Condamine*, *Maupertuis*, *Boscovich* ſind ihr, wegen der Verſchiedenheit der gemessenen Grade, nicht abgeneigt. Die Ungleichheit des Erdbodens, die erſtaunlichen Gebirge, welche das Pendel anziehen, oder abweichen machen, können etwas zu jener Verſchiedenheit beytragen. Wie ſind nicht die Schweizergebirge, die Pyrenäen, da der *Canigou*, welcher 1441 bis 1454 Klaftern hoch? in Aſien der *Taurus*, *Imaus*, *Caucasus*? in Afrika der *Atlas*, das *Mondengebirg*, der *Tafelberg*, der über 550 Klaftern hoch iſt, der *Teufel* - und *Löwenberg* gleich darneben, die nicht viel niedriger ſind, der *Pik* in *Teneriffa*, von 2213
Klaf-

Klaftern? in Amerika, wo die Ausmessung geschehen, der *Pichincha* von 2464, der *Corasson* von 2470, der *Chussalong* von 2476, der *Chimborasso* von 3217 Klaftern, über das Meer und übrige Erdreich erhoben? Was für Gebirge haben nicht die nordischen Messkünstler in Lappland, ob diese da schon nicht so hoch sind, angetroffen? Was für welche die Turiner, in Italien? wie schon gesagt.

37. §. Allein diese hohen Gebirge müssen doch nur Kleinigkeiten gegen die ganze Erde, und sogar hol, nicht ganz dicht seyn; weil die höchsten und grössten in Amerika das Pendel nur 7 bis 8 Sekunden haben abweichen gemacht; in Italien mehr. Zudem kommen die Präcession, die ordentliche Vorrückung der Nachtgleichen: welche nicht so gleichförmig geschehen könnte, als sie wirklich geschieht; wenn die Erde so unordentlich, und nicht gleichförmig, wenigstens in Ansehung der Masse, beym Aequator erhoben wäre. *D'Alembert* schlägt derothalben noch einige Mittel vor, die Gleich - oder Ungleichheit der Meridiane zu erweisen. Man soll nämlich in einem Parallelzirkel derselben Grade die in der Länge sehr unterschieden sind, messen; auch da Versuche mit dem Pendel machen; wie auch des Jupiters Meridiane beobachten, zu sehen, ob diese ähnlich oder unähnlich seyn, und aus der Analogie auf die Erde schliessen. Was aber zu thun, setzt er endlich hinzu, bis uns die Zeit aufkläret? *Warten und zweifeln*: ist seine Antwort (*Encyclopedie figure de la Terre*).

38. §. Bücher von dieser Materie find: La mesure du degré du meridiem entre Paris & Amiens, par M. Picard, corrigée par MM. les academiciens du Nord, Paris 1740.

Le Traité de la grandeur & de la figure de la terre, par M. Cassini, Paris 1718: welches 1741 zu Arnstadt und Leipzig deutsch heraus gekommen; darin auch die pikardische und schnellische Erdmessungen, und etwas von der Ricciolischen, enthalten.

Le Discours de M. de Maupertuis sur la figure des astres, Paris, 1732.

La Mesure du degré au cercle polaire, par les academiciens du Nord, 1738.

La theorie de la figure de la terre par M. Clairaut, 1742.

La Méridienne de Paris vérifiée dans toute l'étendue de la France, par M. Cassini de Thury, 1744.

De figura telluris dialogus, Authore R. P. Erasmo Frölich S. J. Viennæ, 1743.

La Mesure de trois premiers degrés du Méridien par M. de la Condamine 1751.

Maire & Boscovich, de literaria expeditione per pontificiam ditionem, Romæ 1755.

Les reflexions sur la cause des vents, 1749; la seconde & troisième partie des recherches sur le système du monde, 1754, & 1756 par M. d'Alembert.

Dimensio graduum meridiani Viennensis & Hungarici .. peracta a Josepho Liesganig, S. J. Vindobonæ, 1770.

Gradus Taurinensis, Augustæ Taurinorum 1774.

Herrn

Herrn Abts de la Caille Reise nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung, Altenburg 1778, welche aber im französischen vollkommener ist, weil im Deutschen die astronomischen Beobachtungen ausgelassen worden.

Verschiedene Abhandlungen der Herren *Euler*, *Clairaut*, *Bouguer*, *Maupertuis*, u. a. in den Sammlungen der Akademien der Wissenschaften zu Paris, Petersburg, Berlin, etc.

Verschiedene dieser Bücher habe ich von dem k. k. Rath und Bibliothekar in der thesaurischen Akademie *Denis*, auf die verbindlichste Weise, zum Gebrauche empfangen.

39. §. Kann *d'Alembert* nach so vielen Ausmessungen der Erde, nach so vielen Versuchen mit Pendeln, nach so vielen schriftlichen Abhandlungen oder Theorien und Hypothesen von der Figur und Grösse der Erde, nach so vielen Vergleichen der ersten und letztern, noch sagen: *es mangelt nichts mehr die Figur der Erde so unsicher zu machen, als der Pyrrhonismus es wünschen kann*; und: man müsse da noch *warten und zweifeln*: so will ich jenen Abhandlungen, meine Gedanken und Aufgaben in Absicht der Figur und Grösse der Erde beyfügen; weil sie, so viel ich weis, im Ganzen, in der Bestimmung der Figur und Grösse der Erde von jenen unterschieden sind, mit keiner übereinkommen; und diese Bestimmung, meines Erachtens, als bewiesen, ohne Hypothese folget. Die zwey ersten Aufgaben wären schon fertig; mit ihren Auflösungen, Zusätzen und Anmerkungen geschrieben; ehe ich an ihre Ausgabe, an die bisher aufgesetzte

Geschichte der Bestimmung der Figur und Grösse der Erde gedacht: sie waren die 85 und 87te meiner mechanischen Aufgaben, die ich von Zeit zu Zeit aufgelöst, und bey mir schriftlich liegen habe. Man muß sie also auch so, in diesem Betrachte, lesen, und dabey nur das bekannt setzen, was in den darin angeführten Büchern, des *Wolfs*, *de la Lande*, *Liesganig*, in Ansehung dieser Materie enthalten ist: das Uebrige sind bloß meine Schlüsse und Gedanken, die gleichwohl der erst gegebenen Geschichte, wahren Beobachtungen, Ausmessungen, Versuchen und wahren Grundsätzen der Naturlehre, wie ich hoffe, nicht entgegen seyn werden. Wohlan dann: sehet diese *Aufgaben*; doch zuvor noch folgende merkwürdige Sätze, die aus dem Buche (*la figure de la terre par Mr. Bouguer Paris 1749*) gezogen worden, und insonderheit zu der Ausmessung des Meridians von Quito gehören.

40. §. Quito ist die höchste bewohnte Gegend 14 oder 1500 Toisen überm Meer, wo der Barometer 20" 1''' hoch.

Das reaumurische Thermometer variierte in einem Tage oft 17 Grad, auf dem Gipfel des Berges *Pichincha*. Am Meere war das Barometer 28" 1'', auf dem Berge 15" 11'' hoch; zu Carabourou der niedrigsten Station gemeinlich 21" 2'' $\frac{3}{4}$. Es varirt da wenig, in der heißen Zone, 1, 2 bis 3 Linen, in der Höhe am wenigsten. *Pichincha* ist 1209 Toisen höher als Carabourou.

Das Sekundenpendel war auf dem Berge 36" 6" $\frac{1}{155}$, zu Quito 36" 6" $\frac{3}{155}$, und am Meere

re

re 36" 7" $\frac{7}{8}$. Auf den höchsten Gipfel des Berges ist die Station nicht gekommen: man sieht da wegen der Wolken nicht so weit.

Die höchste Station war zu Sinazahuan bey Cuenka, 2334 Toisen überm Meere.

Der Felsengipfel des Pichincha ist 2434 Toisen überm Meere. Quito ist 900 Toisen niedriger.

Pik in Teneriff ist 2213 — 140 - 50 Toisen hoch.

Des Schnees Höhe ist beym Aequator 2434 Toisen, beym Tropicus 2100, in Frankreich und Chili 15 oder 1600, endlich gegen die Pole 0 Klafter. Die durch diese Höhen gehende Line kann die *untere Gränze des beständigen Schnees* heissen.

Chimborasso ist 3217 Klafter hoch überm Meere; die grösste und kleinste Schneehöhe daran differirt um 800 Toisen. Diese Differenz kann in der heissen Zone wohl 2000 Klafter betragen: so hoch steigen die Wolken, oder der Rauch der Vulkane.

Der Unterschied der Empfindung der Wärme in der Sonne und im Schatten ist zu Quito stärker, als in unsern Ländern.

Wenn man auf den cordelierischen Gebirgen 6 oder 700 Klaftern höher steigt; empfindet man gleich grosse Kälte: das Widerspiel, wenn man so hoch herab steigt. Was ähnliches geschah auf dem peleischen Gebirge in Martinique, wo der Thermometer doch $17\frac{5}{8}$ Grad über dem Gefrierpunkte stand.

Der Berg *Chouffalong* oder *Corasson* ist 2476 Toisen hoch. Der Barometer stand da 15" 9" hoch, etwas über 12" 3" niedriger, als am Meere.

Der Schnee an den Gebirgen häuſet ſich nach und nach, und durch Erdbeben fällt er größer als ein Haus, herunter in Thäler, wird mit Staub bedeckt, und triegt oft die vorübergehenden.

Das cordelierische Gebirg verliert bey 2° der Nordbreite ſeine Höhe; weiter erlangt es wieder eine von 8 bis 900 Toisen, bey Popayan, wo der Barometer 22" 10" $\frac{2}{3}$ hoch ſtehet; und 1 $\frac{1}{2}$ Line variiren muß.

Das Gold findet ſich in der 3^{ten} Erdlage, die violet und 3 bis 4 Schuh dick, auch dünner iſt; da die erſte ſchwarz, eben ſo dick, bisweilen 12 Schuh; die andere gelblich, aber dünner iſt. Gegen Süden wird immer neues Metall erzeugt.

Ungeachtet es in dieſem Lande faſt ſtets regnet; ſo müſſen ſie doch das Waſſer zum Goldwaſchen kaufen, koſtbar, weiter herleiten: weil die Erde nicht geſchickt iſt, das Waſſer zu halten.

Das Gold um Popayan iſt von 21-22 Karat. Die Bäume bey Quito blühen und tragen Früchte zugleich, wegen beſtändig gleicher Jahrszeit.

Die Bäume wachſen da wild: weder ſie noch das Erdreich werden gepflegt, zum Nachtheil der Einwohner.

Die von den Vulkanen ausgeworfene Aſche hilft unfehlbar zur Fruchtbarkeit des Bodens.

Es

Es giebt in Peru grosse Erdklüfte von 200 Klaftern in der Breite, und 60-80 in der Tiefe; meistens von Wassergüssen verursacht.

Da sind viel feuerspeyende Berge, insonderheit der *Cotopaxi*, welcher Steine von 8 bis 9 Schuh im Durchmesser auf 3 Meilen Weges geworfen: welches hat geschehen müssen, da sein Schlund noch eng war; itz ist er wohl 5 bis 600 Toisen weit. Der Vulkan Sangai ist 2664 Toisen höher als das Meer.

Versuche weisen, dass die magnetischen Kräfte beider Erdpole in jeder Distanz gleich sind.

Zu Plata ist des Barometers Höhe 25 Zoll, zu Honda $27'' 5'' \frac{3}{4}$.

Die Erdlagen an den peruischen Gebirgen sind abhängig wie diese: daher wird der Untergang des Atlantis, wovon Plato redet, wahrscheinlich. Zu Tequendama 15 Meilen von Santa-fe ist ein Wasserfall von 250 Klaftern.

Alle Triangel waren 7 - 800 Toisen über dem am meist bewohnten Erdreich, und 2000 Toisen überm Meere.

Carabourou die niedrigste Station ist 1226 Toisen überm Meere.

Des Pichincha Höhe überm Meere 2434 Toisen; des Niguas 538 Toisen; die von Carabourou 1226; die von Quito 1466; die von Corasson, wo der Barometer $15'' 9'' \frac{1}{4}$ hoch gestanden, 2476 Toisen; die von Chimborasso, 3217 Toisen. Es mussten also $21 \frac{2}{3}$ Toisen von einem Grade abgeschnitten werden, um den vom Meere zu haben.

Herr

Herr Bouguer verglich die Berge mit der Erde, und fand, daß sie die astronomischen Beobachtungen weder zu Quito, noch zu Matarqui noch zu Cochesqui haben unrichtig machen können.

Der 1^{te} Grad hält beym Meere 56753 Toisen.

Die 2 Zoll grossen Pendelschwünge nahmen in gleichen Zeiten in einer geometrischen Progression ab. Auf dem Gipfel des Pichincha von 2434 Toisen Höhe verminderten sie sich um die Hälfte in 22 bis 23 Minuten; am Ufer des Meeres in 14 bis 15 Minuten.

Der Synchronismus der Schwünge des Pendels und des Perpendikels an der Uhr verliert sich in einer gewissen Zeit; endlich um einen ganzen Schwung. So lassen sich die Pendelschwünge mittelst der Uhr leicht sicher zählen, da sie mit dieser ihren par oder unparweise gehen.

Die Länge des Sekundenpendels auf jener Höhe des Pichincha ist von 36 Zoll $6\frac{2}{8}$ Linen gefunden worden; Herr von Ulloa fand es von 36 Zoll $7\frac{1}{8}$ Linen.

Zu Quito ist das Sekundenpendel $36'' 6'' \frac{8}{8}$ gefunden worden, sowohl zur Zeit des Aphelion als Perihelion: folglich ist der Erde Umwälzung immer gleichzeitig.

An des Meeres Ufer 14' bis 15' der Breite, einer Höhe von 40 Toisen ist das Sekundenpendel $36'' 7\frac{7}{8}'''$. In Petit-Goave, 18° 27' der Nordbreite $36'' 7\frac{1}{3}'''$; und zu Paris $1\frac{7}{8}$ Linie länger als zu Quito. In Portobello, 9° 34' der Breite, $36'' 7\frac{1}{8}'''$ lang.

Der

Der Luft Schwere auf dem Berge Pichincha ist zu des Kupfers seiner wie 1 zu 11000. Darum muß des Pendels Länge da ein eilftausendtheilchen, oder $\frac{4}{108}$ Line größer werden; an andern Oertern etwas mehr: und so ist die Pendellänge im leeren Raume unterm Aequator,

Bey 2434 Toisen Höhe..	36	Zoll	6, 69	Lin.
— 1466.....	36	-	6, 88	-
Beym Meere....	36	-	7, 21	-
Zu Porto bello.....	36	-	7, 30	-
— Petit-Goave.....	36	-	7, 47	-
— Paris.....	36	-	8, 67	-

Die Verkürzung des Pendels ist wie das Quadrat des Cosinus der Breite

bey Breite Verkürz.			bey Breite Verkürz.		
	0° 0'	- 1''' , 53	Paris	48° 50'	- 0''' , 67
	5 0	- 1 , 52		50 0	- 0 , 63
Porto bello	9 34	- 1 , 48	Londen	51 31	- 0 , 59
	10 0	- 1 , 47		55 0	- 0 , 51
	15 0	- 1 , 42		60 0	- 0 , 38
S. Dominiq.	18 27	- 1 , 38		65 0	- 0 , 27
	20 0	- 1 , 34	Pello	66 48	- 0 , 24
	25 0	- 1 , 25		70 0	- 0 , 18
	30 0	- 1 , 14		75 0	- 0 , 10
	35 0	- 1 , 02		80 0	- 0 , 05
	40 0	- 0 , 90		85 0	- 0 , 01
	45 0	- 0 , 76		90 0	- 0 , 00

Nach der Erfahrung müssen die Pendel mehr verkürzt werden, als diese Tabelle zeigt.

Die absolute Schwere muß also in den verschiedenen Climen unterschieden seyn.

Es soll ein Verhältniß der Durchmesser der Erde seyn: das Meer mag nur die Oberfläche einnehmen, oder bis zum Mittelpunkte gehen: nämlich 577: 576.

Die

Die primitive oder absolute Schwere trachte nicht nach einem, sondern nach unendlich vielen Centern.

Der Verminderung der Schwere zu Quito und auf dem Pichincha in Ansehung der bey des Meeres Höhe ist beynahe wie die Quadrate der Weite dieser Oerter von der Erde Mittelpunkte. Die Dichte des cordelierischen Gebirges sey ungeachtet seiner metallischen Theile kaum der vierte Theil der von dem Innern der Erde.

Chimborasso ist 3217 Toisen überm Meere und 17 oder 1800 über dem Boden der Provinz erhoben. Seine Basis muß 10 oder 12000 Toisen im Diameter haben; und da, wo der Schnee (dessen Höhe ungefehr 850 Toisen) anfängt, 3500 Toisen. Der Gipfel ist rund und ungefehr 3-400 Toisen im Durchmesser. Sein Inhalt ist also über 200000000000 (zwanzig tausend millionen) Kubikklafter; ungefehr das 7400 milliontheilchen der Erdkugel. An ihm an, da, wo der Schnee ist, ist also seine anziehende Kraft ungefehr der 2000^{te} Theil von der unserer Erde. Ein Pendel müßte da 1' 43" von der Vertikale abweichen.

In einer Gegend von 60 Meilen auf dem cordelierischen Gebirge sind über 6 ausgebrannte Vulkane. Cotopaxi ist einer der vornehmsten. Sangai, der von Makas, speiet noch Ströme von Rauch und Flammen aus. Der Pichincha hat mehrere Gipfel, wo er auswirft, die eben nicht so hoch sind.

Chimborasso änderte die Vertikale nur um $7\frac{1}{2}''$ bis $8''$; ist vielleicht auch ein ausgebrannter Vulkan, oder die Erde im Kerne viel dichter.

Nach der Karte des Meridians von Quito ist beynahe folgende Lage der merkwürdigsten Oerter: welche lauter Berge sind, bis auf die mit * gezeichneten.

Oerter.	Weite vom Aequator				Weite vom Meridian			
Cochesqui * ...	0°	2'	40''	g. Nord.	0°	12'	0''	g. Morg.
Tanlagua....	0	2	12	—	0	3	0	—
Pambamarca *..	0	5	0	g. Süd.	0	19	0	—
Carabourou * ..	0	5	50	—	0	9	30	—
Pichincha.....	0	9	0	—	0	4	30	geg. Ab.
Quito *.....	0	13	20	—	0	0	0	—
Corasson.....	0	32	0	—	0	9	0	—
Sinchautagua..	0	34	0	—	0	7	40	geg. M.
Eliniffa.....	0	39	0	—	0	12	0	geg. Ab.
Cotopaxi.....	0	42	10	—	0	4	30	geg. M.
Quelendane....	0	47	0	—	0	12	0	—
Milin.. ..	0	52	0	—	0	12	0	geg. Ab.
Chimborasso....	1	28	30	—	0	20	0	—
Riobamba *....	1	42	0	—	0	15	0	—
Lanlangouso....	1	56	20	—	0	19	0	—
Sangay.....	2	0	0	—	0	11	0	geg. M.
Sinazahuan....	2	23	0	—	0	19	0	geg. Ab.
Quinoa - Loma.	2	28	40	—	0	9	0	—
Boueran.....	2	36	0	—	0	25	0	—
Cuenca *.....	2	53	55	—	0	30	0	—
Borma.....	2	56	40	—	0	23	0	—
Tarqui *.....	3	4	21	—	0	33	40	—



I. A U F G A B E.

41. §. Es gehe (*Fig. I.*) vom Pole P, bis zum Mittelpunkte der Erdi C eine gerade Röhre PC, und mit dieser sey eine andere CA rechtwinklicht vereinigt, die bis an die Oberfläche der Erde A reicht; man soll finden, wie hoch das Wasser in beyden, im Stande des Gleichgewichtes, stehen wird.

A u f l ö s u n g.

Wenn die Erde ruhete und alle Theile in gleicher Weite vom Mittelpunkte gleiche Schwere hätten; so würde die Schwere nach dem Mittelpunkte der Erde trachten und das Wasser in beyden Röhren gleich hoch stehen: so aber machet die Bewegung der Erde eine Veränderung. Ich will bloß ihre Umdrehung um die Axe P p hier in Betrachtung ziehen,

Es sey also die Höhe des Wassers in der einen Röhre $CD = x$, und in der andern $CE = y$. Theilet man nun jede in unendlich kleine gleich viele Theile, und findet man die Schwere des einen in der einen Röhre der Schwere des andern in der andern Röhre gleich; so hat man das Gleichgewicht des Ganzen: woraus die Höhen zu schliessen. So muß nämlich die Schwere von dx der von dy , und die von x der von y gleich seyn. Die Schweren oder Gewichter verhalten sich, wie die Massen multiplicirt mit einer unendlich kleinen Geschwindigkeit. So kommt es darauf an, wie die Geschwindigkeiten von dx und dy sich verhalten.

ten. Aber auch die unendlich kleinen Geschwindigkeiten verhalten sich, wie die Räume, durch welche sich die Körper in gleichen Zeiten bewegen: welche man auf der Erde Oberfläche sowohl unterm Aequator in A, als unterm Pole in P beobachten und finden kann. Zu diesem Ende dürfte man nur im Aequator A und Pole P Versuche anstellen, wie hoch nämlich da die Körper in gleichen Zeiten fallen. Da man nicht zum Pole kann; darf man ihn nur im Aequator machen, und den Weg, welchen der Körper vermög der Fliehkraft in der nämlichen Zeit zurück leget, zu dem beobachteten Raume des Falles addiren; so hat man den unterm Pole. Diese Schwere oder Geschwindigkeit fallender Körper unterm Pole habe ich schon in der *kl. mech. Weisheit* die *Polschwere*, und die unterm Aequator oder einem Parallelkreise die *Kreißschwere* genennet.

Man hat just auch nicht nöthig zum Aequator zu reisen, gesagte Schweren zu finden: man kann sie in jedem Parallelkreise F, wo man immer ist, finden. Denn es sey der da beobachtete Raum des Falles von einer gar kleinen Zeit, etwa von 1 Sekunde FI, der Weg der Fliehkraft von der nämlichen Zeit FG: welchen man findet, indem man die Peripherie des Parallelzirkels, dessen Halbmesser FH ist, durch die Anzahl Sekunden, in welchen sich die Erde umdrehet, dividiret, diesen Quotienten Quadriret, und das Quadrat durch des Kreises Diameter 2 FH dividiret (Wolff. Elem. Mech. §. 625). Beschreibet man nun aus F mit FI
Gerlach Bestimmung. D den

den Bogen OI , und zieht durch G mit FC die Parallele GI : so ist diese der Raum, durch welchen die Körper im Pole oder auch in F oder wo immer auf der Oberfläche der Erde, ohne Fliehkraft in der nämlichen Zeit fielen. Mithin verhält sich die dasige Kreisschwere zur Polschwere, wie FI zu GI . Da nun in dem Dreyecke FGI die zwey Seiten FG und FI und der Winkel $G = HFC = FCA$, bekannt sind: so läßt sich die dritte GI finden. So vermindert die Fliehkraft nicht nur die Schwere; sondern sie verändert auch die Richtung: indem diese ohne Fliehkraft $FK (= GI)$, und bey der Fliehkraft FI ist; mithin vom Mittelpunkte C um den Winkel $IFK = GIF$ abweicht: welcher ebenfalls aus dem Dreyecke $FIG = IFK$ bekannt wird.

Es sey also der Halbmesser des Aequators $CA = a$, die bey dieser Entfernung vom Mittelpunkte der Erde bekannte Geschwindigkeit der Polschwere g ; welche wie eine bekannte Potenz n der Weite abnehme: so ist die bey der Weite x , $\frac{x^n g}{a^n}$; und bey der Weite y , $\frac{y^n g}{a^n}$: folglich bey diesen Weiten x und y , von den unendlich kleinen Massen dx und dy die Polschweren $\frac{g x^n dx}{a^n}$ und $\frac{g y^n dy}{a^n}$.

Weil nun die Geschwindigkeit der Fliehkraft ein Theil von der Polschwere ist: so sey die in der bekannten Weite a unterm Aequator bg ; folglich, da sie wie der Halbmesser des beschriebenen Kreisses ist, in der Weite x ,

x , $\frac{b g x}{a}$; und von der Masse dx die Fliehkraft $\frac{b g x dx}{a}$.

Da unter dem Pole keine Fliehkraft, und die unter dem Aequator der dasigen Pol- oder ungehinderten Schwere schnurgrad entgegen ist: so muß im Stande des Gleichgewichtes $\frac{g x^n dx}{a^n} - \frac{b g x dx}{a} = \frac{g y^n dy}{a^n}$;

mithin $\frac{g x^{n+1}}{(n+1)a^n} - \frac{b g x^2}{2a} = \frac{g y^{n+1}}{(n+1)a^n}$; und

$y = \sqrt[n+1]{\left(x^{n+1} - \frac{(n+1)a^n b x^2}{2a} \right)}$; und wenn $x = a$ ist,

$y = \sqrt[n+1]{\left(a^{n+1} - \frac{(n+1)b a^{n+1}}{2} \right)}$
 $= a \sqrt[n+1]{\left(1 - \frac{b(n+1)}{2} \right)}$; und wenn auch $n = 1$ ist, $y = a \sqrt{1 - b}$ seyn.

So verhielten sich die Höhen des Wassers in den Röhren, wie umgekehrt die Quadratwurzeln ihrer Schweren, das ist die Höhe CE unterm Pole P zu der Höhe CD unter dem Aequator A, wie die Wurzel der Kreisschwere unterm Aequator zu der von der Polschwere, wie $\sqrt{1 - b}$ zu $\sqrt{1}$.

A n m e r k u n g.

42. §. Man hat Gründe zu behaupten, daß $n = 1$, oder daß die Schwere der Theile in unserer Erde sich verhalte, wie ihre Entfer-

nungen vom Mittelpunkte. Denn nehme man die Theile der Erde gleich, von gleich anziehenden Kräften an, und denke man von solchen gleichen Theilen eine Rinde oder hohle Kugel $ALpF$, und in was immer für einem Punkte H einen Körper, so wird dieser da ruhen: indem überall die ziehenden Kräfte, wie die Massen der Theile und umgekehrt die Quadrate ihrer Weiten vom gezogenen Körper H gleich, nämlich $\overline{Mp}^2 : \overline{pH}^2 = \overline{LP}^2 : \overline{PH}^2$, sind. Also wird dann die Schwere des Körpers in P zu der in E seyn, wenn man die Kugel voll annimmt, wie $\frac{\overline{CP}^3}{\overline{CP}^2}$ zu $\frac{\overline{CE}^3}{\overline{CE}^2}$ das ist, wie CP zu CE , wie die Weiten.

1. Z U S A T Z.

43. §. In einem Parallelzirkel F ist die Fliehkraft geringer als im Aequator, und zwar $KI = FG = \frac{cbg}{r}$, wenn r der Sinus totus, und c der Cofinus der Breite oder des Bogens AF ist; und $KO = \frac{ccb g}{rr}$, wegen des gar kleinen Winkels IFO ; mithin die dasige Kreis schwere $FI = FO = FK - OK = g - \frac{ccb g}{rr} = \frac{rrg - ccb g}{rr}$. Wenn daher der Winkel der Röhre FCP , und des Wassers Höhe in der Röhre

Röhre CF, u wäre: so wäre nach dem letzten Ausdruck der Auflösung.

$$u \sqrt{\left(1 - \frac{ccb}{rr}\right)} = y = a \sqrt{(1-b)}.$$

Also verhält sich

$$u : a = \sqrt{(1-b)} : \sqrt{\left(1 - \frac{ccb}{rr}\right)}; \text{ das ist:}$$

die Höhen wie umgekehrt die Quadratwurzeln der Schweren.

2. Z U S A T Z.

44. §. Wenn die zwey Röhren nicht bis zum Mittelpunkte der Erde reichen; sondern mittelst einer dritten, krummen oder Bogenförmigen NQ vereinigt sind, davon die Höhe oder der Halbmesser CN = CQ = f ist; und auch in dieser Röhre ANQP das Wasser im Gleichgewichte stehen soll: findet man dafür die Gleichungen, da man in der ersten der Auflösung statt x , $f + x$ und statt y , $f + y$ und zum zweyten Gliede das Differentiale der Fliehkraft von dem Wasser in der krummen

Röhre QN, welche $\frac{b g f^2}{2 a}$ ist, hinzu setzet.

Wir wollen dieses thun, und $n = 1$ annehmen: so ist

$$\frac{g f d x}{a} + \frac{g x d x}{a} - \frac{b g f d x}{a} - \frac{b g x d x}{a} =$$

$$\frac{g f d y}{a} + \frac{g y d y}{a} + d\left(\frac{b g f^2}{2 a}\right);$$

$$\text{mithin } f dx + x dx - b f dx - b x dx = f dy + y dy + d\left(\frac{bf^2}{2}\right);$$

$$\text{und } fx + \frac{x^2}{2} - bfx - \frac{bx^2}{2} = fy + \frac{y^2}{2} + \frac{bf^2}{2};$$

$$\text{und } y^2 + 2fy = x^2(1-b) + 2xf(1-b) - bf^2;$$

$$\text{und } y = \sqrt{(x^2(1-b) + 2xf(1-b) + f^2(1-b))} - f;$$

Folglich, wenn $x + f = a$, daher $x = a - f$;

$$y = \sqrt{(a^2 - 2af + f^2)(1-b) + (2af - 2f^2)(1-b) + f^2(1-b)} - f;$$

$$= \sqrt{(a^2 - f^2)(1-b) + f^2(1-b)} - f;$$

$$= \sqrt{a^2(1-b)} - f,$$

Da sieht man dann, daß $f + y$ dem obigen y in der Auflösung gleich ist.

3. Z U S A T Z.

45. §. Setzet man f so groß, daß sowohl x als y dagegen für nichts zu rechnen; so hat man statt der 4^{ten} Gleichung, im 2. Zusatz diese: $2fy = 2xf(1-b) - bf^2$; folglich

$$y = x(1-b) - \frac{bf}{2}; \text{ oder}$$

$$x = \frac{y}{1-b} + \frac{bf}{2(1-b)};$$

allein diese Voraussetzung ist unmöglich (cit. Zuf.) folglich auch der Schluss.

4. Z U S A T Z.

46. §. Darum ist auch, wenn die Röhren einen stumpfen oder spitzigen Winkel machen

$$(f+u) \sqrt{\left(1 - \frac{ccb}{rr}\right)} = \sqrt{aa(1-b)};$$

oder

oder bey der Breite, davon der Cofinus c ist, die Wasserhöhe

$$u = \sqrt{\left(\frac{r r a^2 (1 - b)}{r r - c c b} \right)} - f (1. \text{ u. } 2. \text{ Zusatz}).$$

5. Z U S A T Z.

47. §. Die Oberfläche D und E des Wassers ist also in der Röhre ANQP die nicht zum Mittelpunkte C reicht, so weit vom Mittelpunkte C entfernt als in der Röhre ACP, die zum Mittelpunkte C reicht.

2. A n m e r k u n g.

48. §. Wenn auch noch so viele Röhren sind, die mit der Axe CP unterschiedliche Winkel machen; so läßt sich doch aus der Höhe des Wassers in der einen z. B. a im Aequator, die Höhe desselben in allen übrigen finden (1 - 5. Zusatz).

3. A n m e r k u n g.

49. §. Wozu diese Aufgabe mit der Auflösung, den Folgen und Anmerkungen? Dazu, sage ich, um daraus die Figur und Gestalt der Erde zu bestimmen. Denn ist unsere Erde einmal ganz fließig gewesen, oder ist der Zusammenhang ihrer Theile so gering, daß er dem Drucke der obern nachgeben muß: so findet man aus dem angenommenen Halbmesser des Aequators ihre Halbaxe nach der Auflösung, und ihren Halbmesser bey einer angenommenen Breite nach dem 1. Zusatze: indem sie da eben die bestimmte Höhe oder Halbmesser haben

ben müßte, wenn sie ganz fließig wäre. Kann man sie aber so nicht ansehen: so ist doch gewiss, daß der größte Theil ihrer Oberfläche Wasser oder Meer ist, daß dieses eine gewisse Tiefe hat, und daß diese Oberfläche des großen Weltmeeres hauptsächlich die Figur der ganzen Erde bestimmt; indem das Erdreich, das feste Land, die Inseln, nur da hervorragende kleinere Theile des Ganzen sind. Also läßt sich dann der Halbmesser der Erde, oder die Höhe ihrer Meerfläche überall nach dem 2. oder 3. und 4. Zusatze ganz richtig bestimmen.

4. A n m e r k u n g.

50. §. Wir wollen zum Beyspiel, nach der Auflösung die Halbaxe $CP = y = a\sqrt{1-b}$ in Zahlen suchen. Da ist $a = 19615782$ Pariser Schuh (Wolff. Geograph. 42). In $1-b$ drückt 1 die Polschwere, b die Fliehkraft, und $1-b$ die Kreisschwere im Aequator aus. Nun verhalten sich die Schweren, wie die Längen der Pendel, welche in gleichen Zeiten gleichviel Schwünge machen (Wolff. Mech. 405): so ist die Kreisschwere in *Paris* zu der in *Cayenne* wie $3' 8'' \frac{2}{3}$ zu $3' 7'' \frac{7}{8}$; weil die Länge des Pendels in Paris, das Sekunden schwinget, zu dem in Cayenne sich so verhält, oder jenes 3 Schuh $8 \frac{2}{3}$ Linen lang und dieses um $1 \frac{1}{4}$ Line kürzer seyn muß (Wolff. Mech. 391.) Da *Cayenne* vom Aequator nur $4^\circ 56'$ der Nordbreite liegt: so wird dieses Sekundenpendel von dem unterm Aequator wenig unterschieden.

schieden seyn. Wir wollen doch dieß letzte suchen.

Um die Auflösung allgemein zu machen, so sey gesagte Differenz der Sekundenpendel $1\frac{1}{4}$ Line = d , und die zwischen denen in dem Aequator und Cayenne = z , der Cofin der Breite von Paris C und der von Cayenne c ; so hat man, wie aus dem ersten Zusätze erhält, folgende Proportion:

$$c^2 - C^2 : r^2 - c^2 = d : z; \text{ folglich } z = \frac{d(r^2 - c^2)}{c^2 - C^2}$$

in unserm Beyspiele

$$z = \left(\frac{(100000)^2 - (99629)^2}{(99629)^2 - (65820)^2} \right) \frac{5'''}{4} =$$

$$\frac{74062359. 5'''}{5593665241. 4} = \frac{370311795'''}{22374660964} = 0, 016$$

Line beynahe.

Diese also von dem Sekundenpendel in Cayenne abgezogen giebt das unterm Aequator

$$3' 7'' \frac{7}{10} - \frac{16'''}{1000} = 3' 7'', 334.$$

Nimmt man diese Länge des Sekundenpendels. $3' 7'', 334$ für die Gröſſe der Kreischwere unterm Aequator an; so findet man leicht die daſige Fliehkraft x , durch diese Gleichung

$$\frac{c^2 x - C^2 x}{r r} = d, \text{ wo nämlich } x = \frac{r^2 d}{c^2 - C^2}$$

wird, im Beyspiele

$$= \frac{100000000000. 5'''}{5593665241. 4} = \frac{500000000000'''}{22374660964} =$$

$$\frac{5250678072}{22374660964} = 2, 234 \text{ Line beynahe.}$$

D 5

Diese

Diese also zur Pendellänge addirt giebt die Gröſſe der Polſchwere oder die Länge des Sekundenpendels im Pole $3' 9''$, 568. Es verhält ſich daher die geſagte Kreiſſſchwere zur Polſchwere, wie $3' 7''$, 334 zu $3' 9''$, 568 oder wie 439334 zu 441568 $= 219667 : 220784$; und wie die Wurzel der erſten zu der letzten ihrer, das iſt beynahe, wie 468 zu 469, ſo die Halbaxe y zu dem Halbmefſſer des Aequators a : wo man y leicht in Zahlen findet.

5. A n m e r k u n g.

51. §. Nun wollen wir auch noch nach der in der Auflöſung vorgeschriebenen Methode die Halbaxe $y = a \sqrt{1 - b}$ finden. Zu dem Ende müſſen wir wiſſen, wie hoch oder tief der Körper im Aequator oder Pole in 1 Sekunde fällt: welches wir nun leicht finden, nachdem wir die Länge des daſigen Sekundenpendels kennen (4. *Anm.*). Es iſt nämlich, wenn ſeine Länge l , und die Verhältniß des Durchmeſſers zur Peripherie des Zirkels $d : p$, in dieſer Proportion: $p : 4d = \frac{1}{2} : \frac{2d}{p}$ das 4te Glied $\frac{2d}{p}$ die Zeit, in welcher der Körper durch die doppelte Länge $2l$ fällt; und in dieſer: $\frac{4d^2}{p^2} : 1^2 = 2l : \frac{l p^2}{2d^2}$ das vierte Glied $\frac{l p^2}{2d^2}$ die Höhe, durch welche der Körper da in 1 Sekunde fällt, in Zahlen $= \frac{441'' , 568 . 314 . 314}{2 . 100 . 100}$

= 2176, 8419 Linen = 15' 1" 4"', 84 beym Pole (Phil. Newt. de oscil. pendul.).

Die Peripherie des Aequators ist in dieser Proportion $d:p=2a:\frac{2ap}{d}$ das vierte Glied

$\frac{2ap}{d}$. Wenn nun die Zeit der Umwälzung der Erde n Sekunden ist; so ist der Bogen der da in 1 Sekunde von einem Punkte oder Körper

zurück gelegt wird; $\frac{2ap}{nd}$; und der in 1 Sekunde zurück gelegte Weg der Fliehkraft $\frac{2ap^2}{n^2d^2}$ = (wenn $a = 19615782$, $p = 314$, $d =$

100, $n = 86164$) $\frac{241754705259}{4640146810000}$ Schuh =

$\frac{34812677557296}{4640146810000} = 7,50$ Linen (*Wolfs Element. Mechanic.* 625). Setzet man $d:p = 10000:31416$; so kommen 7,505 Linen.

Also ist hier die Polschwere zur Kreisschwere, wie 217684, zu 217684 — 750, das ist, wie 217684 zu 216934; und die Halbaxe y zum Halbmesser des Aequators, wie 465 zu 466 beynahe: welche Verhältniß der in der 4. Anmerkung ziemlich nahe kommt.

Mit den zehntheiligen Brüchen ist diese Verhältniß 465,76:466,56; und die in der 4^{ten} Anmerkung 468,6:469,8: das heist: die erste Verhältniß sollte in größern Zahlen als in diesen 465:466, und die andere in kleinern als in 468:469 gegeben werden: al-

so wählet man billig das Mittel $467 : 468$, als das Verhältniß der Halbaxe zum Halbmesser des Aequators. Will man die erste Verhältniß vorziehen: so ist diese $465,76 : 466,56 = 582,2 : 583,2$.

6. A n m e r k u n g.

52. §. Es ist zwar alles eins, die Erde mag ganz fließsig, oder nur mit Wasser bedeckt seyn: es bleibt immer dieselbe Verhältniß der Axe und des Durchmessers vom Aequator; wenn dieses Wasser homogen, durchaus gleichartig oder gleichdicht ist, wie schon (im 2. u. 5. Zus.) gesagt worden. Nun aber ist das Meerwasser, welches unsere Erde größtentheils deckt, so nicht beschaffen: es ist mit Salz vermischt, und zwar ungleich; mehr gegen den Aequator als gegen die Pole (*Khell Physica* T. II. Disp. I. 158); und so nimmt die Schwere dieses Wassers nach den Polen zu ab: folglich muß jene Verhältniß der Axe und des Halbmessers noch kleiner werden, als wie wir sie in voriger Anmerkung gefunden. Sie genau zu bestimmen, sollte man die Verhältniß der Schwere des Meerwassers unterm Pole und Aequator genau wissen. Wir wollen uns nach dem richten, was der Graf *Marsilly*, Herr *Halley* und *Hales* beobachtet haben: daß gemeiniglich unter einem Pfunde Meerwasser sich ein Loth Salz befinde, folglich dieses $\frac{1}{2}$ des Gewichtes von des ersten seinem sey; und $\frac{1}{5}$, bey sehr gesalzenen Meeren, und $\frac{1}{3}$ und noch weniger bey wenig gesalzenen (*Dalham Instit.*
Phy-

Physicæ T. III. §. 697). Die Schwere des Meerwassers verhält sich bey der mittlern Salzigkeit zu der Schwere des gemeinen Wassers wie 73 zu 70 (gothaischer Hofkalender von J. 1771). Man darf also wohl die Verhältniß der Schwere des Meerwassers unterm Aequator und Pole 20: 21 annehmen. Wenn wir die Halbaxe = 1, und des Aequators Halbmesser = $1 + x$ setzen; so findet man nach der letzten Verhältniß der 5. Anmerkung und folgender Proportion: $582: 583 = 1: 1 + x$

den Unterschied dieses Halbmessers und der Halbaxe $x = \frac{1}{583}$ der Halbaxe.

Dieser Unterschied wird nun vermög des Meerfalzes wenn des Meeres Tiefe unterm Pole für nichts zu rechnen

$$\frac{1. \ 20}{582. \ 21} - \frac{20}{12222} = \frac{10}{6111} = 0,001636.$$

Sollte die Erde eine Kugel seyn: so würde des Meeres Tiefe unterm Pole und Aequator $y = (\frac{1}{2} + y) \frac{2}{2} = \frac{2}{2} = 1$ beynahe $\frac{1}{3}$ des Erdhalbmessers, oder $\frac{3}{3} = 28\frac{2}{3}$ deutsche Meilen seyn. Ist des Meeres Tiefe größer: so ist die Erde oval; aber sphäroidisch, eingedrückt, wenn sie, die Tiefe, kleiner ist. Nun ist nach den Versuchen der Herren *Blancani*, *Varenii*, *Johann Baptist Alberti*, etc. bisher die größte Meerstiefe zwar nur von vier italiänischen oder einer deutschen Meile gefunden worden: jedoch sind auch noch tiefere Oerter des Meeres angetroffen worden, wo seine Tiefe noch nicht hat können ergründet werden, wie bey *Taprobana* (Ceylon) *Virginien*, *Florida*, *Schweden*,
und

und bey den Polen (cit. Dalham. §. 685). Also ist wohl möglich, daß des Meeres Oberfläche sehr nahe kugelförmig, auch oval ist: dieses könnten auch unter irdische Gänge (Canäle) wodurch die Nord und Südmere Communication hätten bewirken, wenn die Meere nicht die bestimmte Tiefe haben.

Setzen wir des Meeres Tiefe unterm Aequator $\frac{1}{2} = 0,031250$ des Erdhalbmessers: man soll die unterm Pole, und die Verhältniß der Axe und des Durchmessers vom Aequator finden. Da ist also die gesuchte Tiefe $y = (0,031250 - 0,001636) \frac{2}{5} = 0,029614$. $\frac{2}{5} = 0,031092$ Halbmesser; folglich des Aequators Halbmesser um $0,031250 - 0,031092 = 0,000158$ größer als die Halbaxe; und jener zu dieser, wie 1000158 zu 10000000.

Ist jene Tiefe $\frac{1}{8} = 0,035714$ Halbmesser: so ist diese $y = (0,035714 - 0,001636) \frac{2}{5} = 0,034078$. $\frac{2}{5} = 0,0357819$; und die Halbaxe $0,0357819 - 0,035714 = 0,0000679$ größer als des Aequators Halbmesser; folglich zu diesem, wie 10000679 zu 100000000.

Hier ist zu wünschen, daß man sowohl die Schwere des Wassers vom grossen Weltmeere, in verschiedenen Gegenden nach Norden und Süden zu, als seine Tiefe sicher wüßte. Ich will darum noch daher setzen, was davon bekannt ist. Gewisslich, sagt P. *Dalham* (in seiner *Physik* T. III. §. 576-78) ist der grose unbekannte Raum unter dem Südpole der 4^{te} Theil der Oberfläche der Erde. Er kann also ein festes Land in sich begreifen, welches den 3 Welttheilen *Europa*, *Asia* und *Afrika* zusammen

men genommen gleichet. Im Jahre 1739 wurden zwey französische Schiffe, die auf dem atlantischen Meere dahin reiseten, durch das häufige Eis abgehalten. Dieses ist aber eben ein Beweis, daß da Land ist, welches sie auch schon von weiten sahen: denn die Eismassen entstehen allezeit am Lande im süßen Flusswasser, nie im hohen Meere. Die Gränzen dieses unbekannten Landes werden auf der 3^{ten} Tabelle genannter *Physik* fast-rund herum um den Südpol zwischen dem 50 und 60^{ten} Grad der Südbreite vorgestellt. Hingegen hat der berühmte englische Seeman *Goulden*, welcher über dreyßigmal von England nach Grönland gefahren, *Karln* II. Könige von England berichtet, daß er auf der Schiffahrt zum Wallfischfang, da sie nichts antrafen, fast bis zum Nordpole hin, unter den 89 Grad der Breite gekommen; und da ein weites, sehr tiefes, freyes Meer ohne Eis angetroffen. Ein Holländer hat öffentlich bekannt gemacht, er sey unterm Nordpole selbst gewesen, wohin er freylich, zwischen Neuzembla und Spitzbergen, seine Schiffahrt gerichtet; und habe da eine solche Witterung der Wärme, als zu Amsterdam in den Sommertagen empfunden.

Ich will hier dieß annehmen, daß unterm Südpole bis auf 30 Grad von ihm rund herum Land sey: so verändert sich die letzte Gleichung im 2. Zusatze in diese:

$$y = \sqrt{\left(a^2 (1 - b) + \frac{a^2 b}{2} \right)} - f.$$

Mithin

Mithin ist die Halbaxe $f + y = a \sqrt{\left(1 - \frac{b}{2}\right)}$;
 und nach der 5. Anmerkung $f + y = a \sqrt{\left(\frac{217684 - 750 : 2}{217684}\right)} = a \sqrt{\left(\frac{217309}{217684}\right)} =$
 $\frac{a \cdot 466164}{466566}$; oder sie ist $\frac{402}{666164} = \frac{201}{233082}$

beynahe $\frac{1}{223}$ kürzer als der Halbmesser vom Aequator; und vermög des Meeres Salzigkeit

nur $\frac{1 \cdot 20}{1165 \cdot 21} = \frac{20}{24465} = \frac{1}{1223}$ kleiner als die-
 ser; oder jene zu diesem wie 1223 zu 1224.

Ist nun des Meeres Tiefe x : so muß bey diesem Verhältniß, vermög obiger Rechnungen (in dieser Anmerkung) $x - (x - 0,001636)^{\frac{2}{3}}$
 $= \frac{1}{223}$ seyn; mithin

$$20x - 21x + 0,034356 = \frac{2}{223}; \text{ und}$$

$$x = 0,034356 - 0,016353 = 0,018.$$

Wäre des Meeres Tiefe kleiner oder grösser: so wären die zwey Halbkugeln der Erde die südliche und nördlichen unähnlich; und zwar wäre ein südlicher Parallelzirkel grösser als der Aequator, wenn sie kleiner; hingegen ein nördlicher grösser, wenn die Tiefe grösser als 0,018 Erdhalbmesser ist.

Man darf also, wegen des unbekannten Südlandes und der unbekannten grossen Tiefe, des Weltmeeres beym Nordpole, Aequator, und den dazwischen liegenden Oertern, den Unterschied der Halberdaxe und des Halbmessers vom Aequator wohl nicht für grösser als $\frac{1}{223}$; oder die Erde beynahe gar für eine Kugel

Kugel halten. Wenn auch Capitän Cook auf seiner Reise um die Welt, im Jahre 1772-75, in kleinern Weiten vom Südpole als 30 Graden, öfters gar kein Land angetroffen, wie dessen Tagebuch I. Theil, so zu Leipzig 1776 herausgekommen, meldet: so scheint doch der Unterschied des größten und kleinsten Halbmessers der Erde, auch bloß wegen der noch unergründeten Tiefe des Meltmeeres und seiner verschiedenen Salzigkeit wenig merklich zu seyn.

6. Z U S A T Z.

53. §. Wenn die Erdkugel bey den Polen eingedrückt ist; so müssen die Grade des Meridianes immer größer werden, je größer die Breite wird: weil sie Bögen größerer Zirkel sind, je näher sie dem Pole sind.



II. A U F G A B E.

54. §. Zu finden, ob die Grade des Meridianes nicht auch ungleich, grösser beym Pole, als beym Aequator seyn, wenn die Erde auch eine vollkommene Kugel wäre.

A u f l ö s u n g.

Es sey der Meridian (Fig. II.) der Zirkelkreiß $P\hat{A}p$, die Erdaxe Pp , der Halbmesser des Aequators AK , und eines Parallelkreißes FH , und da ein Körper F ; seine Polschwere zur Fliehkraft, wie der Halbmesser FK zu FG ; folglich die Kreißschwere und ihre Richtung die Diagonale FI des Parallelogrammes $FGIK$. Da wir nun da den Bogen oder die Breite AF in Graden durch den Winkel AIF , den die Richtung der Schwere eines Pendels mit des Aequators Halbmesser KA macht, bestimmen: so ist diese bestimmte Breite FIA , wirklich um den Winkel GIF oder (wenn KS mit IF parallel ist) den Bogen FS grösser als die wahre FKA , oder sie seyn sollte, nämlich der Bogen AS ; und ihr Complement um den nämlichen Bogen FS kleiner als es seyn sollte, nämlich Sp . Indessen geben wir für das Maass der Breite in Klaftern den Bogen AF , und des Complements den Bogen Fp an; das ist, jene um den Bogen FS kleiner und dieses um den Bogen FS grösser, als sie seyn sollten. Und so sind die Grade der Breite gegen den Aequator zu kleiner als die gegen die Pole.

1. *A n m e r k u n g.*

55. §. Es läßt sich leicht finden, wie viel die *bestimmte, angegebene oder scheinbare Breite* AS grösser ist als die *wahre* AF . Denn in dem Dreyecke FIK sind zwey Seiten KF und KI nebst dem eingeschlossenen Winkel FKA , der wahren Breite bekannt, wenn man den Halbmesser $KF = a$, und nach der I. Aufgabe $g = a$, mithin die Fliehkraft dieser

Breite $KI = \frac{c b a}{r}$ setzt; daher der Winkel

$KFI = FKS$ leicht zu finden. Ich setze FI bis in T verlängert $= FK$; folglich das aus F beschriebene Böglein $KT = FS$. Da ist der Winkel $FKT = FTK$ ein rechter, folglich IKT das Complement zu FKA , und $KIT = FKA$. Darum läßt sich in dem rechtwinklichten Dreyecke KIT , wovon die Hy-

pothenuse $KI = \frac{c b a}{r}$ und nebst dem rechten

Winkel T , der Winkel $KIT = FKA$ bekannt sind, die Seite $KT = SF$ noch leichter finden. Zwar ist der Winkel KIT seinem Scheitelwinkel FIA gleich, folglich grösser als der Winkel $GIA = FKA$: welches dem Vorigen widerspricht. Man sieht hieraus, daß es keinen grossen Unterschied machen wird, man mag diesen Winkel KIT der wahren FKA oder der scheinbarn Breite FIA gleich annehmen. Ich nehme hier das erste an, weil die wahre Breite gegeben, und die scheinbare zu finden ist. Den Unterschied werden wir hernach sehen, der entsteht, wenn der Win-

kel KIT der ſcheinbarn Breite FIA gleich
geſetzt wird. Es iſt demnach $FS = TK =$
 $\frac{scba}{rr}$; wenn nach der *I. Aufgabe* $g = a$, und s

der Sinus des Winkels AKF, gleichwie c ſein
Cofinus iſt. Weil da $b = \frac{2}{2} \frac{2}{1} \frac{3}{9} \frac{5}{8} \frac{2}{2} \frac{4}{4} = 0,00426$,
und $a = r$ geſetzt werden kann: ſo iſt auch

$TK = \frac{sc. 426}{r. 100000} = \frac{sc. 426}{rr}$. Da nun die Pe-
ripherie 628318, wenn der Halbmesser 100000;
ſo iſt in dieſer Proportion: $628318 : 360 =$
 $\frac{sc. 426}{rr} : \frac{sc. 426. 360}{628318. rr}$ das vierte Glied

$\frac{sc. 426. 360}{628318. rr} = TK$ in Graden des Zirkels;

oder $TK = \frac{19170. sc}{1309. rr}$ Minute, beynah.

Es ſey z. B. die wahre Breite $AF = 45^\circ$: ſo

iſt $TK = \frac{19170. 70710. 70710}{13090000000000} = 7' 19'', 33$;

und um ſo viel die ſcheinbare Breite größer
als die wahre.

I. *Z U S A T Z.*

§6. §. Da die Differenz zwischen der ſchein-
barn und wahren Breite ſo klein: ſo läßt ſich
aus der ſcheinbarn auch die wahre eben ſo fin-
den, indem man für s und c den Sinus und
Cofinus der ſcheinbarn ſetzt, und den gefun-
denen Bogen, $TK = FS$ von der ſcheinbarn
abzieht: ſo wäre in der *I. Anmerkung* die wah-
re Breite $44^\circ 52' 40''$, 67 wenn 45° die beobach-
tete, ſcheinbare iſt.

2. *An-*

2. *A n m e r k u n g.*

57. §. Wir haben da in der 1. *Anmerkung* aus den oben (in der 5. *Anmerkung* der I. *Aufgabe*) gefundenen zweyerley Fliehkräften das Mittel gewählt. Nun wollen wir auch den Unterschied oder Bogen TK , bey der kleinsten Fliehkraft, wo $b = \frac{1}{2} r^{\frac{7}{8}} \frac{5}{8} \frac{0}{8} \frac{4}{4} = 0,00345$ ist, suchen. In diesem Falle ist nämlich $FS =$

$$TK = \frac{sc. 345. 360. 60}{628318. rr} \text{ Minuten. Will man in}$$

der Rechnung die Logarithmen brauchen: so ist Logarith. 345 = 2. 5378191, Log. 360 = 2. 5563025, Log. 60 = 1. 7781512, Log. 628318

$$= 5. 7981795; \text{ mithin Log. } \frac{345. 360. 60}{628318} =$$

1. 0640933; und Log. $TK = 1. 0640933 + \text{Log. } s + \text{Log. } c - 2 \text{ Log. } r$. Da ist bey 45° der Breite $TK = 5' 47'', 70$.

3. *A n m e r k u n g.*

58. §. *De la Condamine* hat in Amerika beobachtet, daß die Länge des Aequinoctialpendels $3' 7''$, 15 = 439'', 15 sey (*de la Lande* *Astronomie*). Darum fällt da unter der Line ein Körper in 1 Sekunde 2164, 92167 Linen hoch; und ungehindert, ohne Fliehkraft, $2164, 92 + 7, 50 = 2172, 42$ Linen; folglich ist da die Fliehkraft $b = \frac{1}{2} r^{\frac{7}{8}} \frac{5}{8} \frac{0}{8} \frac{4}{4} = 0,00345$ der Polschwere, fast wie in der 2. *Anmerkung* das ist: der kleine Unterschied der zwey angegebenen Pendel macht keinen merklichen Unterschied in dem Werthe b der Fliehkraft; und so kann man nach dieser Methode die Flieh-

kraft, oder b , zu bestimmen weniger fehlen, als nach der in der 4. *Anmerkung* der I. *Aufgabe* wo die gefundene Fliehkraft zusehr von dieser abweicht. Vielleicht ist die Ursache davon die grössere Wärme, welche die Körper zu sehr ausdehnet; oder die grössere Feuchtigkeit der untern Luft vom Meere her, welche der Bewegung mehr widersteht; oder das Unterirdische, wodurch die Schwere oder anziehende Kraft vermindert werde; oder es läßt sich die Pendellänge so genau nicht beobachten. Es seye nun wie ihm wolle: wir werden inskünftige das Sichere wählen, und nach der Formel der 2. *Anmerkung* die Unterschiede der wahren und scheinbaren Breite berechnen. So ist folgende

T A F E L

der Unterschiede der wahren und scheinbaren Breite.

Grade	Unterschiede			Grade	Unterschiede		
	erster	2ter			erster	2ter	
90	0	0' 0", 000	12", 126	78	12	2' 21", 43	11", 01
89	1	0 12, 126	12, 126	77	13	2 32, 44	10, 79
88	2	0 24, 252	12, 090	76	14	2 43, 23	10, 63
87	3	0 36, 342	12, 048	75	15	2 53, 86	10, 39
86	4	0 48, 390	11, 97	74	16	3 4, 25	10, 19
85	5	1 0, 36	11, 88	73	17	3 14, 44	9, 93
84	6	1 12, 24	11, 86	72	18	3 24, 37	9, 70
83	7	1 24, 10	11, 74	71	19	3 34, 07	9, 43
82	8	1 35, 84	11, 60	70	20	3 43, 50	9, 13
81	9	1 47, 44	11, 48	69	21	3 52, 63	8, 92
80	10	1 58, 92	11, 32	68	22	4 1, 55	8, 54
79	11	2 10, 24	11, 19	67	23	4 10, 09	8, 31

Grade

Grade	Unterschiede		Grade	Unterschiede	
	erster	2ter		erster	2ter
66 24	4' 18", 40	7", 98	55 35	5' 26", 74	3", 96
65 25	4 26 , 38	7 , 61	54 36	5 30 , 70	3 , 60
64 26	4 33 , 99	7 , 32	53 37	5 34 , 30	3 , 08
63 27	4 41 , 31	6 , 95	52 38	5 37 , 38	2 , 73
62 28	4 48 , 26	6 , 60	51 39	5 40 , 11	2 , 31
61 29	4 54 , 86	6 , 26	50 40	5 42 , 42	1 , 82
60 30	5 1 , 12	5 , 88	49 41	5 44 , 24	1 , 56
59 31	5 7 , 00	5 , 45	48 42	5 45 , 80	1 , 06
58 32	5 12 , 45	5 , 20	47 43	5 46 , 86	0 , 64
57 33	5 17 , 65	4 , 75	46 44	5 47 , 50	0 , 20
56 34	5 22 , 40	4 , 34	45 45	5 47 , 70	

Für den Unterschied von 46 Graden kommt der von 44 u. f. f. und der zwischen dem 45 und 46^{ten} ist der zwischen dem 45 und 44^{ten} u. f. f.

Der erste Unterschied zeigt an, wie viel ein Bogen von so viel Graden, als dabey stehen, kleiner ist als man beobachtet; und der andere, wieviel jeder Grad, vor dem er steht, kleiner oder gröfser ist als er seyn sollte, oder wäre, wenn alle Grade gleichgrofs wären; kleiner bis zum 45°, hernach gröfser, das ist: den zweyten Unterschied mufs man bis zum 45° hin, von 60' abziehen, hernach aber zu 60' addiren, wenn man wissen will, wie grofs eigentlich der dabey genannte Grad ist. So ist der 1^{te} Grad $60' - 12'', 126 = 59' 47'', 874$ der zweyte eben so, u. f. f.

der 45^{te} $60' - 0'', 2 = 59' + 59'', 8$, und der 46^{te} $60' + 0'', 2 = 60' + 0'', 2$.

Die Summe von diesen beyden machet also 2 Grade oder 2.60 Minuten aus; so auch die vom 47 und 44^{ten}, bis 90 und 1^{ten}.

Zwar sollte man, wenn g die wahre Breite und $g + d$ die scheinbare, mithin ihr Unterschied d ist; und man hernach g als die scheinbare annehmen, und dazu die wahre $g - x$ finden wollte, noch diese Proportion: $g + d : d = g : x$ setzen; wo dieser Unterschied $x = \frac{g d}{g + d}$; und $g - x = g - \frac{g d}{g + d} = \frac{g g}{g + d}$ wird: wo d gröfser ist als $\frac{g d}{g + d}$; und der Unterschied dieser Unterschiede $d - \frac{g d}{g + d}$ ist

$\frac{g d + d d - g d}{g + d} = \frac{d d}{g + d}$, um welchen man

sonst zu viel bekommt, wenn man den ersten d gleich statt des letzten nimmt. Allein was ist dieses? Wo er am gröfsten, $g = 45^\circ$ ist; da ist er $0'', 744$; und $0'', 743$, wenn $g = 44^\circ$. u. f. f. immer kleiner. Der 2^{te} Unterschied der Tabelle vermindert sich also in diesem Beyspiele nur um $0'', 001$, worauf nicht zu sehen.

Ist $g = 1^\circ$; so ist $\frac{d d}{d + g} = 0'', 040$; und $\frac{d d}{g + d} = 0'', 080$, wenn $g = 2^\circ$; mithin die größte Verminderung des 2^{ten} Unterschiedes $0'', 04$; worauf ebenfalls nicht zu sehen. Wir wollen nun auch sehen, was herauskommt, wenn der Winkel $K I T$ der scheinbarn Breite $F I A$ gleich gesetzt wird. Aber diese ist unbekannt, wenn die

die wahre angenommen wird, wie wegen der Fliehkraft nothwendig ist. Was ist zu thun? Folgendes: wir müssen betrachten, dafs, da wir den Winkel $\text{TIK} = \text{FKA}$ gesetzt haben,

wir vorher durch den Ausdruck $\frac{scba}{rr}$ eigent-

lich die Senkrechte Io , welche von I auf FK gefällt ist, gefunden haben: wo $\text{IO} = \text{TK}$, und oI um oO kleiner als TK ist. Nun verhält sich oI zu KT , wie Fo zu FK , das ist,

weil $\text{oK} = \frac{ccba}{rr}$, wie $a - \frac{ccba}{rr}$ zu a ,

oder wie $rr - ccba$ zu rr ; mithin ist $rr - ccba$:

$rr = \frac{scba}{rr} : \text{TK}$; und, wenn man statt b

seinen bestimmten Werth, und $a = r$ setzet,

$r^3 - cc. 345 : r^3 = \frac{sc. 345}{rr} : \text{TK}$. Weil in

dieser Proportion der 3^{te} Satz die gefundenen Werthe in der *Tafel der Unterschiede*, nämlich die ersten Unterschiede sind: so läst sich darnach in diesem Falle $\text{TK} = \text{SF}$ leicht finden. Ist $c = 0$; so bleibt der da gefundene Unterschied, nämlich in den Polen. Am grössten wird hier TK , in Ansehung oI , wenn $c = r$, nämlich im Aequator: da hätte man

diese Proportion: $99655 : 100000 = \frac{sc. 345}{rr}$:

TK ; allein da ist $\frac{sc. 345}{rr} = 0$, mithin auch

$\text{TK} = 0$. Ich will dafür den Werth bey 1^o der Breite aus der *Tafel*, nämlich 12'', 126

setzen: so ist $TK = 12''$, 167, folglich hier um $0''$, 041 = 00 gröfser als da, in der Tafel. Das nämliche kommt, wenn man dabey wirklich den Cofinus von 1° brauchet. Setzet man

$d = 12'$, 167, und $g = 60'$: so ist $\frac{dd}{g+d} = 0''$, 041;

und $12''$, 167 — $0''$, 041 = $12''$, 126, wie in der Tafel. So darf man dann nur in dem Dreyecke K I T den Winkel I der wahren Breite F K A gleich setzen, wenn man ihre scheinbare S K A suchen will; und erst darin die Seite K T, oder eigentlich in dem Dreyecke o I K die Seite o I suchen; und hernach diese Proportion machen: $r^3 - c c. 355 : r^3 = o I : x$; oder gleich allgemein nach obiger Proportion $x = TK =$

$\frac{s c b a}{r r - c c b}$ setzen. Ist aber A F die scheinbare

Breite und man möchte die wahre A R dazu finden: so darf man zu der Breite A F nur die Fliehkraft suchen, als wenn sie die wahre wäre, und verfahren, wie bey Verfertigung der *Tafel der Unterschiede* geschehen. Wer mehr von der Richtigkeit dieser Regel überzeugt seyn will; der darf nur mehr solche Beyspiele, wie hier geschehen, berechnen. Es sey zu dem Ende die scheinbare Breite von 45° als der wahren zu finden. Da ist $o I = 5' 47''$, 7 in der Tafel; und nach voriger Proportion $x = TK = 3' 47''$, 7 = $348''$, 3 = $5' 48''$, 3; daher $TK - o I = 00 = 0''$, 6; und wenn $d = 348''$, 3 und

$g = 45^\circ$, $\frac{dd}{g+d} = 0''$, 7; mithin $5' 48''$, 3 — $0''$, 7 = $5' 47''$, 6 fast wie in der Tafel bis auf $\frac{1}{8}$ Sekunden-

kunde: was will man mehr; da bey den andern Graden dieser Unterschied noch kleiner, und bey dem zweyten Unterschiede der Tafel keiner zu merken ist? Will es einer aber noch genauer haben; der muß rechnen, wie es diese Beyspiele weisen: nämlich, um aus der wahren Breite AF die scheinbare AS zu finden,

$$FS = KT = IO = \frac{s c b a}{r r - c c b}; \text{ und aus}$$

der scheinbarn FA die wahre RA zu finden,

$$FR = \frac{dg}{g+d} = \frac{FS.FA}{AS} \text{ suchen, und } FR$$

von FA abziehen. Ich lasse die berechnete Tabelle; weil der Unterschied für nichts zu achten; FR von oI fast nichts differiert.

2. *Z U S A T Z.*

59. §. Mißt man daher den Grad von $44\frac{1}{2}$ bis $45\frac{1}{2}$ der scheinbarn Breite; so findet man jußt die *Größe*, die jeder Grad hat, da alle gleich sind, das ist die *wahre*. Bey andern findet man nur eine scheinbare Größe, die von 0° bis 90° stets zunimmt. Doch kann man aus dieser auch die wahre finden: indem man spricht: wie die scheinbare Größe des gemessenen Grades in Minuten zu $60'$, also die gefundene scheinbare Größe in Klaftern, zu der wahren. So hat man z. B. bey dem 1. Grade, wenn dessen Maß a Klaftern ist, folgende Proportion:

$$59' + 47'',874 : 60' = a : x \text{ oder}$$

$$3587874 : 3600000 = a : x:$$

wo man die wahre Grösse x leicht, auch durch die Logarithmen, finden kann.

Da sieht man auch, wie sich der erste zum 45 oder 46^{ten} Grade, der Grösse nach, verhält, nämlich wie 3587874 zu 3600000.

3. *Z U S A T Z.*

60. §. Darum ist dann nicht nöthig die Erde bey den Polen für eingedrückt zu halten; oder die Axe kleiner als des Aequators Durchmesser anzunehmen, weil die Grösse der Grade vom Aequator an bis zum Pole stets zunimmt: sondern dieses muß auch geschehen, wenn die Erde eine vollkommene Kugel ist: welche sie auch seyn kann; so daß *der Eindruck bey ihren Angeln für nichts zu rechnen.* Denn ihre Figur bestimmt hauptsächlich der Ocean, das große Weltmeer, das Wasser, welches so tief ist, daß dadurch bey ihren Angeln und der Line (Aequator) kein so großer Unterschied der Halbmesser entstehen kann: welcher etwa $\frac{1}{223}$ des Erdhalbmessers oder gar 0 ist (*I. Aufgabe 6. Anmerkung*).

4. *A n m e r k u n g.*

61. §. Daß die Erde jemals fließig gewesen, ist wohl nicht zu glauben. Wie könnten die Berge, die so schweren Theile der Erde, über andere leichtere hervorragen? Ist nicht ein hydrostatisches Gesetz, daß in dem Fließigen die schweren Theile in die Tiefe sinken? Wie sollten hernach die stein- und ärzreichen Gebirge über dem Wasser und andern leichtern Thei-

Theilen geblieben seyn? Sollen sie später entstanden seyn? Aber wie? Ist ihre Nothwendigkeit zu Quellen und Flüssen nicht sowohl in allem Anfange als spätern Zeiten der weifesten Absicht des allmächtigen Urhebers gemäß gewesen? Aber man findet doch in den höchsten Gebirgen Muscheln und Seegewächse; folglich hat das Meer einmal müssen darüber gewesen seyn. Dieses gebe ich zu, und *Büffon* erkläret es in seiner Theorie der Erde, wie das zugegangen sey. Allein daraus folget nicht, daß die Erde einmal ganz fließig gewesen; sondern es verstehet sich immer, daß ihre äußere Figur hauptsächlich durch das Meer bestimmt werde, wie schon gesagt: zumal das Erdreich dermal fest genug ist, daß der größte Unterschied der Pol- und Kreisschwere, welcher von jener kaum den $\frac{1}{100000}$ Theil ausmacht, in dem Erdreiche, seiner Dichte und Höhe, keine Veränderung machen wird. Zudem kann die ganze Fließigkeit der Erde, sie sowohl kugelförmig als sphäroidisch und ellipsoidisch machen, nachdem das Fließige beschaffen (*I. Aufgabe 6. Anmerkung*).

5. A n m e r k u n g.

62. §. Betrachten wir zugleich andere Himmelskörper, die Sonne, den Mond, den Saturn, Jupiter, Mars, die Venus: können wir da einen Unterschied verschiedener Durchmesser oder der Rundung eines solchen Körpers bemerken? wenigstens habe ich durch mein schulzisches Gregorianisch-Teleskop, welches Jupiters Trabanten gut zeigt, auch durch Seh-

Sehrohre, da keinen bemerken können. Warum soll hernach einer an unserer Erdkugel merklich seyn? Zwar haben *Cassini*, *Picard* und andere am Jupiter dergleichen beobachtet. Allein es ist auch da die Fliehkraft über 57mal größer als die auf unserer Erde: und dennoch haben *Derham* (*Theologia Physica*) und andere geschickte Astronomen die mit Fleiß darauf acht gehabt, dergleichen nicht beobachten können (*Fröhlich de figura Telluris*). Vielleicht sind jene durch optische Erscheinungen betrogen worden?

6. *A n m e r k u n g.*

63. §. Stimmet aber die Rundung der Erde, und der gegebene Unterschied der Grade der Breite auch mit den Ausmessungen der Erde überein. Die neuern und richtigsten, die bisher geschehen, sind, nach des *de la Lande* *Astronomie*, und Herrn *Liesganigs* *Dimensio graduum*, folgende:

Mittlere Breite	1 Grad in Pariser-Klaftern.	Namen der Geometer.
0° 0'	56753	Bouguer und de la Condamine.
33 18	57037	De la Caille.
39 12	56903	— — —
43 0	56979	P. Boscovich.
45 0	57028	Parif. Akademie.
45 57	56881	P. Liesganig.
47 15	57064	
47 47	57074	
48 43	57086	Parif. Akademie.
49 23	57072	
66 20	57422	Maupertuis.

Da

Da diese Grade nicht stets wachsen, sondern unterbrochen sind, auf grössere wieder kleinere folgen: so stimmen sie nicht mit der Rundung und dem gegebenen Unterschiede überein; aber auch nicht mit der sphäroidischen oder eingedrückten Figur der Erde. Darum hat *Bouguer* die Zuflucht zu einer Hypothese genommen, und nur drey Grade, den unterm Aequator, den von Paris oder $49^{\circ} 23'$, und den unterm Polarzirkel oder $66^{\circ} 20'$ der Breite gewählet, und dadurch der Erde Figur und ihren Eindruck bey den Polen bestimmt: welcher $\frac{1}{178}$ vom Halbmesser des Aequators wäre; da er doch nach *Newtonen* nur $\frac{1}{230}$, und nach unserer I. Aufgabe nur $\frac{1}{488}$ seyn sollte. *De la Lande* folget dieser Hypothese in seiner Astronomie: wo man auch die Ursache findet, warum die andern Grade verworfen werden. *Bouguer* und *de la Condamine* haben nämlich in Amerika beobachtet, daß der Berg *Chimborasso* in *Peru* das Pendel um $8''$ von der Vertikalline abweichen gemacht, folglich da des Ortes Breite so viel verändert hat. So schreiben auch *Boskovich* und *Maire*, welche den 43° in Italien gemessen, die Abweichung dieses Grades von den andern, dem Appeninischen Gebirge zu; und *de la Caille* denkt, daß beym 45° in *Perpignan* die Nähe der Pyrenäen das Pendel hat auch können abweichen machen, darum dieser 45° wegzulassen. *Liesganig* hat seine später gemessen: wo die vom Wienermeridiane dem von Paris nahe kommen: ob er schon Mühe gehabt aus den Theilen seiner Abmessung, die selbst nicht überein-

einstimmten, eine mittlere Proportionale herauszubringen. Der $39^{\circ} 12'$ ist nördlicher Breite, in Amerika gemessen worden (*Liesganig Dimensio graduum* pag. 257).

7. *A n m e r k u n g.*

65. §. Wir haben zur Bestimmung der Fliehkraft, nach der richtigsten Methode, der Erde Halbmesser $a = 19615782' = 3269297$ Pariserklaftern, und für 1 Zirkelgrad 57060 Klaftern angenommen: welches auch nach der Verhältniß der Peripherie zum Durchmesser 3,1416 richtig ist. So kann man vermög unserer Unterschiedstafel die Gröſſe der Grade der Breite leicht finden. Man spricht nämlich: wie 60' zu der Gröſſe eines beliebten Grades in Minuten, also 57060 zu seiner Gröſſe in Klaftern. Oder man kann statt der Formel der

2. *Anmerkung* diese, $OI = \frac{sc. 345. 360. 57060}{628318. rr}$

Klaftern setzen, und darnach was immer für einen Grad in Klaftern finden. Weil $\text{Log. } 57060 = 4. 7563318$: so ist nach diesem Ausdrucke $\text{Log. } OI = 4. 0522739 + \text{Log } s + \text{Log. } c - 2 \text{ Log. } r$ Klaftern. Vermöge dieser Formel entstehet folgende Tabelle der Unterschiede der Breite und Grade in Klaftern.

Breite.

Breite.	erster Unterschied in Klaftern.	2ter Unterschied in Klaftern.	Größe eines Grades in Pariserklafter.	Mittlere Breite.
0° 30'	98, 42	— 196, 84	56863	0° 0'
0 30	98, 42			
32 48	51, 36	— 78	56982	33° 18'
33 48	52, 14			
38 42	55, 02	— 41	56919	39 12
39 42	55, 43			
42 30	56, 20	— 12	56948	43 0
43 30	56, 32			
44 30	56, 38	— 0	57060	45 0
45 30	56, 38			
45 27	56, 39	+ 5	57065	45 57
46 17	56, 34			
46 45	56, 29	+ 16	57076	47 15
47 45	56, 13			
47 17	56, 22	+ 20	57080	47 47
48 17	56, 02			
48 13	56, 05	+ 26	57086	48 43
49 13	55, 79			
48 53	55, 88	+ 30	57090	49 23
49 53	55, 58			
65 50	42, 13	+ 124	57184	56° 20'
66 50	40, 89			

Unterschiede der Berechnung und Messung 1 Grades.			
Mittl. Breite	Unterschied	Mittl. Breite	Unterschied
0° 0'	— 110	47° 15'	— 12
33 18	+ 55	47 47	— 6
39 12	— 16	48 43	— 0
43 0	+ 31	49 23	— 18
45 0	— 32	66 20	+ 238
45 57	— 184		

In der größern Tabelle zeigt bey dem zweyten Unterschiede das Zeichen —, daß der Unterschied hat müssen von 57060 Klaftern abgezogen werden; und +, daß er hat müssen dazu addiret werden. In der kleinern Tafel weist das Zeichen +, daß die Ausmessung um so viel größer als die Rechnung ist; und —, daß sie so viel kleiner ist.

Da stimmen dann *Sieben* Ausmessungen mit der Rechnung nah genug überein. Ich glaube immer, wenn die Differenz nicht viel über 30 Klaftern ist, daß man es hier für eine Uebereinstimmung kann gelten lassen. Denn es zeigt schon die Tabelle der 6. *Anmerkung* wieviel die Ausmessungen differiren können. Zudem können bey der Bestimmung der Gröfse eines Grades zweyerley Fehler in der Operation vorgehen, nämlich einer in Ansehung der Zahl der Minuten oder Sekunden, der andere in der Anzahl der Klaftern, die zugroß oder zuklein angegeben werden kann. Es sey nun die Anzahl der Klaftern richtig, und es fehlen nur 2 Sekunden: so ist schon ein Fehler von 30 Klaftern, weil auf 1 Sekunde fast 16 Klaftern kommen, wenn 1 Grad 57060 hat. Wie leicht ist nun bey der Bestimmung der Breite, 2 Sekunden zu fehlen. Wird an beiden Enden des Grades so gefehlet: so heben sich die Fehler entweder auf, oder sie verdoppeln den ganzen bey der Anzahl der Klaftern, und machen 60 und mehrere Klaftern Unrichtigkeit in der Gröfse des Grades. Da ist es dann freylich wohl besser, wenn ein größerer Bogen gemessen wird. Allein, was können sonst

sonst noch für Fehler geschehen, die von den Instrumenten herrühren? Von Gebirgen, Hitze, Kälte, etc.

4. *Z U S A T Z.*

65. §. Stimmen nun mit der vollkommenen Kugel und unserer Unterschiedstabelle soviel ausgemessene Grade, der $39^{\circ} 12'$, der 43° , der 45° , der $47^{\circ} 15'$, der $47^{\circ} 47'$, der $48^{\circ} 43'$, und der $49^{\circ} 23'$, nämlich *sieben* so nahe; und mit *Bouguers* Hypothese keiner, als die drey angenommenen, worauf sie sich gründet, überein: was wird hernach wohl wahr seyn? die willkührliche Hypothese, oder die in der Natur gegründete Theorie der Kugel der Erde?

5. *Z U S A T Z.*

66. §. Ungeachtet unsere Erde eine Kugel ist: so gehet doch die Richtung der Schwere, zwischen dem Aequator und Pole nicht nach dem Mittelpunkte der Erde, wie schon erwiesen; jedoch senkrecht auf die Oberfläche des Wassers in kleinen Behältnissen. Denn betrachte man das Wasser in einer Grube oder in einem Gefäße: so wird die Richtung seiner Schwere ohne Fliehkraft, bey der Ruhe der Erde nach dem Mittelpunkte gehen; aber wegen Umdrehung der Erde davon abweichen, und senkrecht auf seiner Oberfläche seyn.

8. *A n m e r k u n g.*

67. §. Aber so große Differenz der Rechnung und Ausmessung der Grade des Meridia-

nes unter dem Aequator und Angelkreisse, von 110 und 238 Klafter! sollte diese einem nicht Bedenken machen, die vollkommene Rundung der Erde anzunehmen? Ich sage, nein: diese kann einem kein Bedenken machen. Die bisher geführten Beweise sind zu stark. Warum sollten just diese zwey Grade unter dem Aequator und dem Angelkreisse auf das richtigste gemessen, und die *sieben* andern, mit welchen die vollkommene Rundung so nahe übereinstimmt, gefehlet seyn? Fehlet die Ausmessung des $33^{\circ} 18'$ nicht schon nach der 6. *Anmerkung* über 134 Klafter und die von $45^{\circ} 57'$ nicht über 147 Klaftern? Ja ist der Unterschied folglich der Fehler nicht über 470, 1 Wienerklafter, da Herr *Liesganig* aus der Distanz zwischen Wien und Grätz für 1 Grad 58468, 1, und aus der zwischen Grätz und Warasdin 58938, 2, Wienerklaftern herausbringt. (*Liesganig* Dimensio Graduum)? Doch sind diese Ausmessungen gewiss genau, und mit größtem Fleisse gemacht worden. Können nun so große Fehler auch bey der größten Genauigkeit geschehen, sie mögen vom Pendel, von Gebirgen, vom unterirdischen Metalle, oder wo immer herrühren: so können auch jene Grade unterm Aequator und Angelkreisse genannte kleinere Fehler haben. So ist dann nichts, was abhält, die Erde als eine vollkommene Kugel zu erkennen.

9. *A n m e r k u n g.*

68. §. Nun wollte ich auch die Gröfse der Erdkugel durch die Pendel und Fliehkraft finden.

den. Es ist nämlich (wenn die Länge des Sekundenpendels unter dem Pole l , und der Unterschied zwischen diesem und dem unterm Aequator u , und die Höhe durch welche der Körper in 1 Sekunde unterm Pole fällt, h , und der Weg der Fliehkraft von 1 Sekunde p' , welcher die Perpendikulare auf die Tangente von dem Bogen ist, der vom Körper im Aequator in 1 Sekunde beschrieben wird) $l : u = h : p'$. Es versteht sich, daß l auch die Länge des Sekundenpendels unterm Aequator bedeuten kann, wenn h die Höhe des Falles in einer Sekunde eben da bedeutet. So ist dann

$$p' = \frac{u h}{l} = \frac{2 a p^2}{n^2 d^2} \text{ (I. Aufgabe 5. Anmerkung);}$$

mithin des Aequators Halbmesser $a = \frac{u h n^2 d^2}{2 l p^2}$;

und jene Proportion (nach der 4. und 5. Anmerkung der I. Aufgabe) in Zahlen 220784 : 1117 = 2176, 84 : p' ; wo $p' = 11''$, 013, da doch in der cit. 5. Anmerkung nur 7'' , 50 gefunden worden. So fände man in dieser Proportion : 7500 : 11013 = $a : x$, des Aequators

$$\text{Halbmesser } x = \frac{11013 a}{7500} = \frac{11013 \cdot 19615782}{7500}$$

Schuh, das ist : er wäre 1, 4684mal größer, als a , da er nach der bouguerischen Hypothese noch nicht 1, 00565mal größer ist als die Halbaxe : und es käme noch mehr, wenn das Aequinoctialpendel, wie *Condamine* berichtet, nur 3' 7'' , 15, folglich um 0, 184 Line kürzer ist, als wir (I. Aufgabe 4. Anmerkung) gefunden haben.

6. *Z U S A T Z.*

69. §. *Lehrsatz*: es ist nicht zu glauben, daß des Aequators Halbmesser so groß, das ist, den angenommenen Halbmesser a , oder die Halbaxe fast 1 und $\frac{1}{2}$ mal in sich enthalte. Mit dieser Verhältniß stimmt weder die *bouguerische* Hypothese, noch die *newtonische* oder *hugenische* Theorie, noch unsere 1^{te}, noch weniger die 2^{te} Aufgabe mit ihren Zusätzen, noch eine einzige Ausmessung der Erde überein; wie aus dem bisherigen Vortrage erhället.

7. *Z U S A T Z.*

70. §. So muß dann eine besondere Ursache seyn, daß das Pendel mit Hinzunäherung zur Line, so sehr, mehr als die Fliehkraft fordert, verkürzt werden muß. Was ist sie nun? Ist es etwa die Wärme, welche die Körper ausdehnet? Hieran wäre gar nicht zu zweifeln, wenn die Versuche über die Länge des Pendels, zu Paris nicht bey der nämlichen als im Aequator, wenigstens vermöge Anzeige des Thermometers, wären gemacht worden. Oder vermindert sich die Schwere, weil nach der Line zu, die Erde, ihr Unterirdisches, anders als gegen die Pole beschaffen ist, dort weniger als hier zieht? Vielleicht hat auch die Kleinigkeit des Pendels nicht genau können beobachtet werden. Vielleicht find dort wegen des nahen Meeres und der Wärme mehr Dünste in der untern Luft, die mehr der Bewegung widerstehen. etc. Ich lasse es der fernern

nern Untersuchung über; aber doch wollte ich lieber fast allein der Wärme und der Feuchtigkeit etc. die Schuld geben. Denn bey der veränderlichen Schwere änderten sich auch die Unterschiede der Grade: da doch die berechneten, gleiche Polschwere voraus setzen und so vielen Ausmessungen nahe kommen: und sehet! nun lese ich in *Bouguers la figure de la terre*, welche ich erst den 18^{ten} Juny 1781. von des k. k. Herrn Oberstwachtmeysters *Unterberger* Güte zum Gebrauche erhalten, S. 21 und 22: dafs in der heißen Zone eine erstaunliche Feuchtigkeit in der Luft sey, welche, in etlichen Stunden, Papier, Pulver etc. verderbt, unbrauchbar macht. Darum bleibt man billig bey der von *Picard* und *Cassini* oder der Akademie bestimmten Gröfse des Halbmessers der Erde und ihrer bisher erwiesenen Kugel-forme.

8. *Z U S A T Z.*

71. §. Allein, heist es schon wieder, welche von den zwey verschiedenen Gröfsen der Fliehkraft 7'', 500 und 11'', 013, davon die erste aus dem angenommenen Halbmesser der Erde, und die andere aus der Pendellänge verschiedener Oerter folget, ist die wahre? und welche ist zu der Rechnung der Unterschiedstafel gebraucht worden? Da ist in der ersten *Anmerkung* die Fliehkraft $b = 0,00426$, folglich die Polschwere 100000 gesetzt worden. Nach dieser Benennung findet man für die erste Gröfse 0,00345, und für die zweyte 0,00505,

von welchen die in der cit. *Anmerkung* genommene fast das Mittel, die kleinste aber zur Rechnung der Tafel genommen worden ist. Nun erhält freylich wohl aus dem Ausdrücke

$$TK = \frac{scba}{rr}$$

der 1. *Anmerkung*, daß immer

die nämliche Verhältniß der ersten Unterschiede sey, es mag die Fliehkraft *b* größer oder kleiner seyn. Indessen sind doch diese Unterschiede, wie die Gröfse dieser angenommenen Fliehkraft: und die in der 2. *Anmerkung* in die Rechnung genommene muß die wahre, und die picardische oder vielmehr die liesganigische Ausmessung eines Grades, die letzte nämlich von Wien, richtig seyn; indem diese und unsere Gradunterschiede mit so vielen Ausmessungen übereinkommen.

9. *Z U S A T Z.*

72. §. Man sieht aus dem bisherigen Vortrage, daß durch den Unterschied der Pendellängen an verschiedenen Orten, wegen seiner Kleinigkeit und verschiedener Ursachen, weder die Verhältniß der Schwere zur Fliehkraft, noch der Erde Gröfse, wahrhaft bestimmt werden können.

10. *A n m e r k u n g.*

73. §. Wenn ich (in dem 8. *Zusatze*) sage; die angenommene Fliehkraft ist die wahre; die liesganigische Ausmessung des Grades von Wien ist die wahre; die *picardische* Bestimmung des Halb-

Halbmessers der Erde, ist die wahre: so versteht sich dieses nicht bis auf die allergeringste Kleinigkeit, dass gar nichts fehlen sollte; welcher Mensch ist im Stande so vollkommen zu handeln? sondern diese sind aus den bisher gemachten die genauesten, und so genau, dass wenig oder vielleicht auch gar nichts fehlet. Da wir nun unmöglich wissen können, welche aus allen Ausmessungen wirklich die wahre ist, der gar nichts fehlet: so müssen wir allen, den im 4. *Zusatze* genannten, *sieben* Ausmessungen der Erde, die am meisten unter sich, und mit der Wahrheit, der vollkommenen Kugel, übereinstimmen, samt der *picardischen*, einen Platz in der Bestimmung der Grösse der Erdkugel einräumen. Ich nehme also die Summe aller ihrer Unterschiede von der Rechnung (7. *Anmerkung*) — 53: diese durch 7 getheilt, nämlich $-\frac{53}{7} = -7\frac{4}{7}$, zeigt an, wie viel der *picardische* Grad der Erdkugel, als eine vollkommene Kugel betrachtet, zu groß, das ist, 57060 Klaftern für einen solchen Grad zu viel seyn; so, dass man nach dieser mittlern Proportionale, für einen Grad der Erdkugel aufs höchste nur 57053 und für ihren Halbmesser 3268894 Klaftern setzen muss: das ist, sowohl der Halbmesser als *ein* Grad der Kugel, ist wenigstens $\frac{1}{1000000}$ kleiner, als sie Picard bestimmt hat; so auch die zur Tabelle genommene Fliehkraft, welche sich wie der Halbmesser verhält: welcher Unterschied aber da nicht so merklich ist, weil sie nur in 100000 Theilchen angenommen worden; so dass 0,00345 bleibt, wie oben. Die Richtigkeit die-

ses Verfahrens in dieser Bestimmung der Grösse der Erdkugel und Fliehkraft erhältet aus dem, daß die Grösse eines scheinbarn Grades der Breite aus der Grösse des wahren und dem zweyten negativen oder positiven Unterschiede (7. *Anmerkung*) bestehet, diese aber so als der erste $\frac{scb}{r}$ (1. *Anmerkung*) sich wie die Fliehkraft b , mithin auch wie der Halbmesser a verhalten.

10. *Z U S A T Z.*

74. §. Es sind demnach statt der Unterschiede der Ausmessung und Rechnung der 7. *Anmerkung* beynah folgende zu setzen, oder da von einem jeden beynah — $7\frac{4}{7}$ Klaftern abzuziehen. So ist bey

der mittl. Breite	der Unterschied der Klast.
39° 12'	— 8 $\frac{3}{7}$ Klaftern
43 0	+ 38 $\frac{4}{7}$ —
45 0	— 24 $\frac{3}{7}$ —
47 15	— 4 $\frac{3}{7}$ —
47 47	+ 1 $\frac{4}{7}$ —
48 43	+ 7 $\frac{4}{7}$ —
49 23	— 10 $\frac{3}{7}$ —
Summe =	0

11. *A n m e r k u n g.*

75. §. Will man da den 43° und 45° weglassen, weil die Unterschiede schon über 30 Klaftern sind, und hier im 10. *Zusatze* der positive sich noch vermehret und über 38 steigt: so ist die Summe von den fünf kleinern Unterschieden-

schieden — 52, und der Quotient $\frac{5^2}{3} = 10 + \frac{2}{3}$ die Anzahl der Klaftern, welche von 57060 abzuziehen, um die Grösse eines Grades der Erdkugel zu bekommen; welche also aufs höchste 57050 Klaftern wäre; mithin bey der

Mittl. Breite,		der Unterschied	
39°	12'	—	5 $\frac{3}{5}$ Klafter.
47	15	—	1 $\frac{3}{5}$ -
47	47	+	4 $\frac{2}{5}$ -
48	43	+	10 $\frac{2}{5}$ -
49	23	—	7 $\frac{3}{5}$ -
Summe =		0	

Kann man wohl mehr Uebereinstimmung wünschen, als die von diesen *fünf* Ausmessungen mit unserer Rechnung und der vollkommenen Kugel der Erde ist.

Hier wäre dann der Erde Halbmesser $\frac{5705. a}{5706} = 0,9998256. a$ und fast um 0,0001744 kleiner als er vom Picard bestimmt worden, nämlich 19612344 Pariserschuh, oder 3268724 Toisen; und unsere, in die Rechnung zunehmende Fliehkraft bleibt auch hier die Obige 0,00345.

12. A n m e r k u n g.

76. §. Will man aber gar alle eilf Ausmessungen zur Bestimmung der Grösse der Erdkugel brauchen: so ist die Summe aller ihrer Unterschiede von der Rechnung 54, und der Quotient $\frac{5^4}{11} =$ fast 5 die Anzahl der Klaftern, welche von 57060 abzuziehen, um einen Grad der

der Erdkugel zu haben: welcher also 57055 Klaftern wäre: wornach man leicht bey jedem Grade den Unterschied zwischen der Rechnung und Ausmessung, wie auch der Erde Halbmesser, und die anzunehmende Fliehkraft findet.

Der Halbmesser ist nämlich $\frac{57055 \cdot a}{57060} = 0,999912$.

a , um 0,000088 kleiner, als ihn Picard bestimmt; und unsere anzunehmende Fliehkraft ist 0,00345, wie oben.

II. *Z U S A T Z.*

77. §. Unsere größte und kleinste Bestimmung eines Grades der Erdkugel sind also nur um 5 Klaftern unterschieden; und man wählet billig das Mittel, nach der 10. *Anmerkung*, wo *ein* Grad der Erdkugel, da alle gleich sind, 57053 Klaftern hat, der Halbmesser um 0,00012 kleiner als nach dem Picard, oder 0,99088. a ist, und die Fliehkraft 0,00345 wie oben anzunehmen.

12. *Z U S A T Z.*

78. §. Daher ist vermög der 7. *Anmerkung* und 11. *Zusatz* der Unterschied der wahren und

scheinbaren Breite $OI = \frac{s \cdot c \cdot 345 \cdot 360 \cdot 57053}{628318 \cdot r \cdot r}$

Klaftern; und (indem $\text{Log. } 57053 = 4,7562937$)
 $\text{Log. } OI = 4,0522358 + \text{Log. } s + \text{Log. } c - 2 \text{ Log. } r$.

13. *Z U S A T Z.*

79. §. Will man diesen Unterschied OI , in Graden oder Minuten finden; so brauchet man

man die Formel der 2. *Anmerkung*; und die obige Unterschiedstafel (in der 3. *Anmerkung*) gilt so lange, als sich die in hunderttausend Theilchen angenommene Fliehkraft 0, 00345 nicht ändert; und man läßt sie billig ungeändert so lang der Unterschied nicht über 0, 000005 beträgt. In den 3 letztern Fällen hat er lange nicht 0, 000001 betragen.

13. *A n m e r k u n g.*

80. §. Nach dem 12. *Zusatze* ist folgende

T A F E L

der Unterschiede der Breite und Grade in Klastern.

Grade	Unterschiede		Grade	Unterschiede	
	erster	2ter		erster	2ter
90 0°	0 Klast.	196, 7	73 17	3153, 0	161, 4
89 1	196, 7	196, 6	72 18	3314, 4	157, 8
88 2	393, 3	196, 1	71 19	3471, 7	153, 0
87 3	589, 4	195, 4	70 20	3624, 7	148, 5
86 4	784, 8	194, 4	69 21	3773, 2	144, 0
85 5	979, 2	193, 2	68 22	3917, 2	139, 2
84 6	1172, 4	191, 8	67 23	4056, 4	134, 2
83 7	1364, 2	190, 1	66 24	4190, 6	129, 1
82 8	1554, 3	188, 2	65 25	4319, 7	123, 9
81 9	1742, 5	186, 2	64 26	4443, 6	118, 5
80 10	1928, 7	183, 7	63 27	4562, 1	112, 9
79 11	2112, 4	181, 2	62 28	4675, 0	107, 2
78 12	2293, 6	178, 4	61 29	4782, 2	101, 3
77 13	2472, 0	175, 3	60 30	4883, 5	95, 4
76 14	2647, 3	172, 2	59 31	4978, 9	89, 4
75 15	2819, 5	168, 7	58 32	5068, 3	83, 1
74 16	2988, 2	164, 8	57 33	5151, 4	77, 0

Grade

Grade	Unterschiede		Grade	Unterschiede	
	erster	2ter		erster	2ter
56 34	5228, 4	70, 6	50 40	5553, 4	30, 8
55 35	5299, 0	64, 1	49 41	5584, 2	24, 0
54 36	5363, 1	57, 5	48 42	5608, 2	17, 2
53 37	5420, 6	50, 9	47 43	5625, 4	10, 2
52 38	5471, 5	44, 3	46 44	5635, 6	3, 4
51 39	5515, 8	37, 6	45 45	5639, 0	

Der erste Unterschied zeigt an, wie viel Klaftern die dabey genannte beobachtete Breite kleiner ist, als sie wäre, wenn alle Grade gleich wären, und ein jeder 57053 Pariserklaftern hätte; der zweyte, wie viel ein jeder dabey genannte Grad, bis 45 hin kleiner, hernach aber bis 90 hin, gröfser als 57053 Klaftern ist. Die Gröfse eines Grades, dessen Mittel zwischen die dabey genannten Zahlen fällt, zu haben, darf man daher nur, wenn er unter 45 ist, den 2^{ten} Unterschied von 57053 abziehen, und, wenn er darüber ist dazu addiren. Z. B. der 42° ist $57053 - 24 = 57029$, und der 49°, $57053 + 24 = 57077$ Klaftern.

14. A n m e r k u n g.

81. §. Aber sagt jemand: so soll dann die vollkommene Rundung der Erde wirklich ihre Richtigkeit haben? die Ausmessung der französischen Geometer in Norden und Süden unrichtig, die darauf verwendeten Kosten der Monarchen von Frankreich unnütz, der daher erlangte Ruhm dieser Beförderer der Wissenschaft-

schaften und Mitglieder der Akademie eitel und nichts, Bouguers Hypothese falsch seyn? Wer also spricht oder denkt, der wiederhole nur die Lesung dieses Aufsatzes, und sowohl die Ausmessungen der Erde als die mathematisch - physikalischen Beweise werden ihm keinen Zweifel an der Wahrheit dieser Kugelform überlassen. Dafs die Ausmessung in Norden und Süden mehr abweicht, als einige andere, schadet der Wahrheit nichts, auch nichts dem Ruhme der Monarchen und der Akademie von Frankreich. Denn es sind ja noch andere Ausmessungen, die unter sich selbst noch mehr unterschieden sind. Wer vermag etwas wider die Unmöglichkeiten, wider unüberwindliche Beschwerlichkeiten und Hindernisse? Man findet solche genug in der Geschichte dieser Ausmessungen. Gebirge, Hitze, Kälte und andere Umstände haben diese verursacht. Das menschliche Geschlecht hat durch den Aufwand der Monarchen und die Bemühungen der Mitglieder der Akademie noch immer viele Kenntnisse und grossen Nutzen, und nun auch die Bestimmung der Gestalt und Gröfse der Erde als eine Folge derselben erlangt; wenn auch *Bouguers* Hypothese falsch ist: und diese muß falsch seyn; da die vollkommene Rundung der Erde gewifs ist. O göttlicher *Wolff*. (Divine *Wolff*); wie richtig ist die Methode in deinen vortrefflichen, ewigen Werken der Wahrheit! wie vorsichtig und klug wandeltest du ihren Weg! auch als du in Betrachtung der erhabenen *hugenischen*, *newtonischen* Lehre, dafs die Erdaxe kleiner als
des

des Aequators Durchmesser sey, und der *casinischen* Ausmessung, welche das Widerspiel, jene gröfser als diesen angab, darin sprache: *sub iudice adhuc lis est, decidenda per observationes munificentia Regis Christianissimi prorsus singulari sub ipso Aequatore instituendas*; die Erde stets als eine Kugel, und schon die *picardische*, die richtigste Bestimmung ihrer Gröfse annahmest!

14. *Z U S A T Z.*

82. §. Ungeachtet die Erde eine Kugel ist: so muß man doch in Bestimmung der Gröfse der Grade der Parallelzirkel, wegen Abweichung der Richtung der Schwere vom Mittelpunkt, entweder nach der Formel der 2. *Anmerkung*, oder der Tafel der 3^{ten}, den Unterschied der wahren und scheinbarn Breite suchen, diesen von der beobachteten abziehen, und hernach erstlich, wie es nach der vollkommenen Kugel gewöhnlich ist, die Gröfse eines Grades für den Parallelzirkel finden. So werden die im *Wolff* und unserer *kleinen Erdbeschreibung* oder einem andern Autore, der die Erde als eine Kugel betrachtet, enthaltenen Gröfsen eines Grades in Meilen für Parallelzirkel von angenommener Breite, nur von der scheinbarn zu verstehen seyn: welche um so viel gröfser als die wahre ist, als der erste Unterschied unserer citirten Tafel zeigt; der z. B. von 48° der Breite angenommene Parallelzirkel wird der von 48° + 5' + 45'',8, und der von 42° der Breite angenommene, der
von

von $42^{\circ} + 5' + 45''$, 8 seyn. Will man aber just die Meilen 1 Grades des Parallelzirkels von 48° der Breite haben; so setzet man diese Proportion: $r : \cos (48^{\circ} - 5' - 45'') = 15 : x$ Meilen; und so von andern.

15. *A n m e r k u n g.*

83. §. Mehrere Anwendungen dieser Lehre in der Astronomie und Geographie werden die Kenner machen, z. B. da bey der Paralaxe, hier bey den Landkarten, der Oerter wahrer Lage oder Breite, und der Gröfse ihrer Grade, dem Wasserwägen (Nivelliren) etc. daß die bisher bestimmte von allen nur die scheinbare und wegen unüberwindlicher Schwierigkeiten, nur bis auf etliche Sekunden, selten vollkommen richtig seyn könne, und dieses letzte wir nicht einmal wissen, wo es ist. Doch die richtigsten bekannten werden die seyn, auf welche sich die Ausmessungen beziehen, welche mit der Erde vollkommenen Kugelform am meisten übereinstimmen, die von *Wien, Brünn, Sobieschitz, Warasdin, Paris, Amiens* etc. So haben dann die seligen Majestäten *FRANZ* und *MARIA THERESIA*, welche den berühmten Messkünstler *Liesganig* unterstützet haben, und dieser Messkünstler selbst, nun an der richtigen Bestimmung der Figur und Gröfse der Erdkugel so vielen Antheil und Ruhm, als die Könige von Frankreich, und die Glieder der Akademie von Paris. Gefegnet seyen diese Monarchen und Männer!

III. A U F G A B E.

84. §. Da unsere Geschichte von der Bestimmung der Grösse und Figur der Erde nach den zwey Aufgaben geschrieben worden; darin aber noch verschiedene Ausmessungen der Grade, Versuche mit Pendeln, und Grundsätze der Naturlehre vorkommen: so ist zu finden, ob die Kugelforme der Erde von verschiedenen Graden samt ihrer bestimmten Grösse auch mit diesen Ausmessungen, Versuchen und Grundsätzen übereinstimme.

A u f l ö s u n g.

85. §. Die noch übrigen Gradmessungen, mit welchen die Kugelforme der Erde und die bestimmte Grösse ihrer Grade der Breite verdienen verglichen zu werden, sind aus der *Tabelle genauer Ausmessungen nach Picards Zeiten* die Ausmessungen der Grade von Frankreich und des ersten von Italien oder Turinergrades: mit den übrigen da ist der Vergleich schon geschehen, in der zweyten Aufgabe. Damit die Vergleichung nicht nur mit diesen, sondern mit allen noch zu machenden Gradmessungen desto leichter geschehen könne: so ziehe ich erst aus der *Tafel der Unterschiede der Breite und Grade in Klastern* der dasigen 13. Anmerkung, folgende

T A F E L

86. §. *der Grösse der Grade der Breite in Klaftern.*

Breite.	Klaftern.	Breite.	Klaftern.
1° hat	56856, 3	33 hat	56969, 9
2 —	56856, 4	34 —	56976, 0
3 —	56856, 9	35 —	56982, 4
4 —	56857, 6	36 —	56988, 9
5 —	56858, 7	37 —	56995, 5
6 —	56859, 8	38 —	57002, 1
7 —	56861, 2	39 —	57008, 7
8 —	56862, 9	40 —	57015, 4
9 —	56864, 8	41 —	57022, 2
10 —	56866, 8	42 —	57029, 0
11 —	56869, 3	43 —	57035, 8
12 —	56871, 8	44 —	57042, 8
13 —	56874, 6	45 —	57049, 6
14 —	56877, 7	46 —	57056, 4
15 —	56880, 8	47 —	57063, 2
16 —	56884, 3	48 —	57070, 2
17 —	56888, 2	49 —	57077, 0
18 —	56891, 6	50 —	57083, 8
19 —	56895, 7	51 —	57090, 6
20 —	56900, 0	52 —	57097, 3
21 —	56904, 5	53 —	57103, 9
22 —	56909, 0	54 —	57110, 5
23 —	56913, 8	55 —	57117, 1
24 —	56918, 8	56 —	57123, 6
25 —	56923, 9	57 —	57130, 0
26 —	56929, 1	58 —	57136, 0
27 —	56934, 5	59 —	57142, 4
28 —	56940, 1	60 —	57148, 4
29 —	56945, 8	61 —	57154, 3
30 —	56951, 7	62 —	57160, 2
31 —	56957, 6	63 —	57165, 9
32 —	56963, 6	64 —	57171, 5

Breite	Klaftern.	Breite	Klaftern.
65 hat	57176, 9	78 hat	57231, 4
66 —	57182, 1	79 —	57234, 2
67 —	57187, 2	80 —	57236, 7
68 —	57192, 2	81 —	57239, 2
69 —	57197, 0	82 —	57241, 2
70 —	57201, 5	83 —	57243, 1
71 —	57206, 0	84 —	57244, 8
72 —	57210, 3	85 —	57246, 2
73 —	57214, 4	86 —	57247, 4
74 —	57217, 8	87 —	57248, 4
75 —	57221, 7	88 —	57249, 1
76 —	57225, 2	89 —	57249, 6
77 —	57228, 3	90 —	57249, 7

87. §. Um nun die Ausmessungen der Grade von Frankreich mit diesen bestimmten Gröſſen zu vergleichen: ſo betrachte ich den erſten Grad von Frankreich, deſſen mittlere Breite $49^{\circ} 56'$, und Gröſſenmaß 57084 Klaftern. Dieſer iſt dem 50^{ten} unſerer hieſigen Tabelle ganz nahe: weil die Mitte der Breite von dieſem, $49^{\circ} 30'$, mithin von jener nur $26'$ unterſchieden iſt. Wenn ich alſo den Unterſchied des 49 und 50^{ten} Grades unſerer Tafel nehme, welcher 6,8 Klafter iſt, und dieſe Proportion: $60' : 26' = 6,8 \text{ Klafter} : x$ ſetze; ſo iſt der vierte Satz $x = 2,9$ Klafter die Gröſſe, welche zu der von unſerm 50^{ten} hinzuzuthun iſt, um nach unſerer Tabelle die Gröſſe des Grades zu haben, welcher mit dem gemeſſenen von Frankreich dieſelbe mittlere Breite hat. Dieſe Gröſſe nach unſerer Tabelle iſt daher 57086,7; folglich der Unterſchied zwischen un-

unserer Bestimmung und der Messung 2, 7 Klaftern, um welche der gemessene kleiner ist. So kann man alle Unterschiede dieser Gradmessungen und unserer Bestimmung finden: welche folgende sind:

U N T E R S C H I E D E

unserer Bestimmung und der Messung der Grade in Frankreich.

Breite	Unterschied in Klaftern.
49° 56'	— 2, 7
49 23	— 9, 1
49 3	— 11, 4
47 58	— 2, 2
47 41	— 14, 5
46 51	— 10, 5

Tur.

Breite	Unterschied in Klaftern.
46 35	— 14, 7
45 45	— 8, 1
45 43	— 17, 8
44 53	— 10, 2
43 31	+ 5, 2
44 57	+ 415, 4

88. §. Das heißt alle diese Gradmessungen in Frankreich sind so viel, als die Anzahl der Klaftern ausdrückt, kleiner, als unsere Bestimmung, bis auf den letzten, und den Turinergrad, welche beyde grösser sind, als unsere Bestimmung. Allein der Turinergrad ist offenbar unrichtig, und die französischen, bis auf einen, fehlen alle weniger als eine Sekunde. Vielleicht hat dieser Fehler in den Instrumenten gesteckt, weil sie fast alle so nahe, und negativ sind. Die Bestimmung des Grades hat nicht gar eine Sekunde zu groß seyn dürfen: so sind diese negativen Fehler in ihren Massen entstanden. Wir wollen das Mittel

von allen nehmen, die Summe 96 nämlich durch 11 dividiren; so ist die Zahl 8,7 Klafter. Die mittlere Proportionale, um welche alle die französischen Gradmessungen, wenn man sie für eine annimmt, von unserer Bestimmung abweichen, kleiner als diese sind, ein Fehler, der kaum etwas über eine halbe Sekunde beträgt. Ist der wohl zu rechnen?

89. §. Will man aber diese elf Gradmessungen, weil sie so wenig abweichen, auch mit zur Bestimmung der Größe der Erdkugel brauchen: so nehme man erst nach der 9ten *Anmerkung* der 2ten *Aufgabe* die Summe der Unterschiede von *sieben* Graden 53, zu der von diesen *elfen* 96, und addire, weil jeder dieser *elfen* noch um 7 Klafter kürzer als der picardische Grad ist, 77 dazu; die Summe $53 + 96 + 77 = 226$ theile man durch die Anzahl der Grade $7 + 11 = 18$: so zeigt der Quotient $\frac{226}{18} = 12\frac{5}{9}$, wieviel der mittlere Grad nach allen 18 Ausmessungen kürzer als der picardische von 57060 Klafter seyn sollte; und er wäre ohne den Bruch zu rechnen, 57048 Toisen.

So kommen nach der 11. *Anmerkung* für jenen Quotienten $(52 + 96 + 77) : (5 + 11) = 225 : 16 = 14\frac{1}{8}$, und für den mittlern Grad $57060 - 14 = 57046$ Toisen; und nach der 12ten *Anmerkung* für den Quotienten $(54 + 96 + 77) : (11 + 11) = 227 : 22 = 10\frac{7}{4}$, und für den mittlern Grad $57060 - 10 = 57050$ Toisen. Ich denke, weil diese Bestimmung durch alle gemessene Grade, die am richtigsten mit dem Gesetze der Gradänderung oder

ih-

ihres Wachsthumies übereinkommen; wie auch durch fünf Gradmessungen, die so nahe übereinstimmen (11. *Anmerkung* 2te *Aufgabe*) gemacht worden, und nun von sechs Bestimmungen beynahe das Mittel ist: man könne diese wählen: So wäre der Erde Halbmesser, wie er in der citirten *Anmerkung* angegeben wird, 170 Toisen kleiner, als er in der 10ten *Anmerkung* angegeben worden: und die Unterschiede der Breite und Grade in der 13. *Anmerkung* wie auch hier die Größen der Grade, wären alle um 3 Toisen zu vermindern. So viel vermindern sich auch alle negative Unterschiede der französischen Grade, woraus eine erstaunliche Uebereinstimmung wird: und auf 170 Toisen Unterschied der Höhe oder des Halbmessers kommen 3 Toisen Unterschied des mittlern oder wahren Grades. Das ist also der Unterschied, welcher die Gradmessungen von Frankreich in unserer ersten Bestimmung der Größe des mittlern Grades machen; ja! es ist auch keiner, weil schon dieselbe Bestimmung auch in der 2ten *Aufgabe* gemacht worden ist.

90. §. Ueber die Versuche mit Pendeln habe ich schon meine Gedanken geäußert, in der 3. *Anmerkung* 6. 7. 8. und 9ten *Zusatze* der 2ten *Aufgabe*: sie können schwerlich genau seyn. Dieses erhält auch genug aus der Tabelle von den bestimmten Pendellängen in der Geschichte. Zudem ist hierin die vom *Richer* bestimmte Pendellänge zu Cayenne 3' 7'', 7, welche wir doch in der 4. *Anmerkung* I. *Aufgabe* nach dem gegebenen Unterschiede des

Pariser- und cayennischen Pendels, nur $3' 7''$, 35 gefunden haben. Nach jener Länge und der vom Pariserpendel von $3' 8''$, 6 wäre der Unterschied nur $0''$, 9 : nach andern, deren 6 verschiedene von Paris angegeben werden, wäre er wieder anders: so läßt sich die Grösse der Erdkugel durch die angegebenen Pendellängen unmöglich bestimmen; wie ich in der 9. *Anmerkung* der *II. Aufgabe* thun wollte, aber wieder abstecken mußte (6. *Zusatz* cit. *Aufgabe*). Wegen der Schwierigkeit die genaue Länge der Sekundenpendel zu bestimmen, muß ich hier ein par Stellen aus den *Beyträgen zu verschiedenen Wissenschaften von einigen österreichischen Gelehrten* und zwar die von Herrn P. Scherfer, welcher verschiedenen Bestimmungen solcher Pendel nachgerechnet hat, her setzen. Dieser große Mathematiker sagt da auf der 85. Seite: „P. Liesganig läßt $\frac{1}{100000}$ hinweg, und ist also die von ihm bestimmte Länge eines einfachen Pendels mit dem er seine Versuche vornahm, nicht im geringsten fehlerhaft, und er erhält demnach die Länge eines Sekundenpendels für Wien nach der größten Genauigkeit 452,739 Linen Wienermaß, oder 440,562 Parisermaß, wie nämlich dieses ihm von Paris überschicket worden, und in seinem Werke selbst zu sehen ist“; und auf der 95. Seite: „Ich muß gestehen, daß ich mich nicht entschliessen kann, eine zu Paris für Paris bisher bestimmte Länge eines einfachen Sekundenpendels anzunehmen, und gebrauche mich einer Freyheit, die einem jeden über öffentliche Schriften mit Grunde zu

ur-

urtheilen zu steht. Habe ich geirret, so verlange ich eines bessern belehrt zu werden. Einige Kleinigkeiten, die ein geringer Unterschied der Thermometerhöhe bey verschiedenen Erfahrungen, die ich angeführt habe, mag verursacht haben, gebe ich gerne zu. Allein diese können eine so groſſe Verschiedenheit lange nicht zuwege bringen, die mich auf diesen Entschluß gebracht hat. Man darf aber nicht glauben, daß ich das geringste einer vollkommenen Hochachtung für eine so berühmte Akademie auf die Seite gesetzt habe “.

91. §. Wenn die gegebenen Längen der Pendel, welche im leeren Raum die Sekunden schwingen, ihre Richtigkeit haben; so bestätigen sie die vollkommene Kugelform der Erde. Denn die Regel, welche nach dem *Boscovich* citirt wird, daß die Unterschiede der Pendellängen sich wie die Quadrate der Sine der Breite oder die halben Quersine der doppelten Breite verhalten, mit welcher jener Differenzen nahe übereinstimmen, hatte ich, ehe ich noch die Citation gelesen, schon bey der *I. Aufgabe* in der 4. *Anmerkung* beobachtet, wie ich die Proportion setzete $c^2 - C^2 : r^2 - c^2 = d : z$; welche ich aus dem ersten Zusatze schloß, wo die verminderte Schwere $\frac{ccbg}{rr}$ ausgedrückt wird. Ich dachte: wenn dieser Ausdruck für Cayenne gilt; so ist der für Paris $\frac{CCbg}{rr}$. Nun ist die Differenz dieser ver-

minderten Schweren $d = \frac{(c^2 - C^2) bg}{r^2}$: so muß die zwischen der verminderten in Cayenne und der im Aequator $z = \frac{(rr - cc) bg}{rr}$ seyn, weil hier im Aequator der Cosinus der Breite r , wie da im Cayenne c ist; woraus dann die obere Proportion folget. Es ist aber, wenn s der Sinus der Breite ist, der letzte Ausdruck $\frac{(rr - cc) bg}{rr} = \frac{ss bg}{rr} = z$, woraus bey zwey verschiedenen Breiten die Proportion wird: $S^2 : s^2 = Z : z$, welche die citirte Regel ist. Allein diese Regel verstehet sich von der vollkommenen Kugelform der Erde: also wird diese durch die Uebereinstimmung jener Beobachtungen mit der Regel bestätigt. Es ist aber wohl zu merken: man muß die Sine oder Cosine der wahren Breite nehmen, nicht der scheinbarn oder beobachteten; sondern von dieser den ersten Unterschied der Tafel der 3. *Anmerkung der II. Aufgabe* abziehen, um die wahre zu bekommen. Ich konnte diese Regel in der 4. *Anmerkung der I. Aufgabe* selbst nicht beobachten; weil ich sie da noch nicht wußte: und so werden *Boscovichs* angegebene halbe Quersine auch wohl schwerlich richtig seyn. Soll ich sie untersuchen; da auf die Bestimmung der Pendelunterschiede, wegen der Kleinigkeit, Schwierigkeit und Unübereinstimmigkeit gemachter Beobachtungen so wenig zu bauen? Doch hier sind meine Rechnungen, ich finde nämlich für die Verhältniß, der Unter-

terfchiede der Pendellängen in *Porto bello*, *Petit Goave*, *Paris* und *Pello* von dem unterm Aequator, wenn ihre Breiten so angenommen werden, wie sie in der grösseren Tafel dieser Längen bey *i*, *Z*, *H*, *A* stehen, 275:1001:5667:8448; und, wenn diese scheinbarn Breiten gesagter massen vermindert, mithin die wahre Breite

von <i>Porto bello</i>	9°	31'	7"
von <i>Petit Goave</i>	18	23	31
von <i>Paris</i> —	48	44	25
von <i>Pello</i> —	66	43	43

gesetzt wird, 273:995:5651:8439.

Die Differenzen der beobachteten Pendellängen sind da: 0'', 09: 0'', 26: 1'', 46: 2'', 06; und die von *Boscovich* berechneten 0'', 07: 0'', 24: 1'', 38: 2'', 06; mithin die Unterschiede zwischen diesen beobachteten und berechneten 0'', 02: 0'', 02: 0'', 08: 0'', 00, um welche die letzten alle kleiner als die ersten sind.

Nimmt man die Differenz der Pendellänge von *Pello* 2'', 06 für richtig an, und suchet nach unserer Verhältniß der Unterschiede der scheinbarn Breite die übrigen: so findet man folgende Differenzen der Pendellängen: 0'', 067: 0'', 244: 1'', 382: 2'', 060; für welche unfehlbar *Boscovich* seine abgekürzten gegeben hat. Für die bey der wahren Breite findet man folgende: 0'', 066: 0'', 242: 1'', 379: 2'', 060; welche von den beobachteten noch mehr abweichen; aber abgekürzt die nämlichen sind. Aber vielleicht ist die zu *Pello* beobachtete Differenz die unrichtigste und zu klein. Ich will für die wahre die zu *Paris* beobachtete 1'', 46 annehmen,

men, und die übrigen suchen; so sind nach der Rechnung die bey der scheinbaren Breite: $0''$, $070:0''$, $257:1''$, $460:2''$, 176 ; und bey der wahren: $0''$, $070:0''$, $257:1''$, $460:2''$, 180 , fast die nämlichen: welche also von der beobachteten um $0,02:0,003:0,000:0,120$ differieren; um die letzte Differenz grösser, um die zwey ersten aber kleiner als die beobachteten sind. Allein welche beobachtete Differenz kann man für die wahre annehmen? theilet man die Verhältniß bey der wahren Breite durch 4; so kommen folgende Differenzen: $0,068:0,249:1,412:2,109$; welche, wenn man sie für Linen annimmt, von den beobachteten um, $0''$, $022:0''$, $011:0''$, $048:0''$, 049 differieren, alle soviel kleiner als diese sind, bis auf die letzte, wo die beobachtete so viel kleiner ist. Was verlangt man mehr bey solchen Kleinigkeiten? allein dadurch muß man keine große Grössen bestimmen wollen, weder die Grösse der Erde, noch ihre Figur. Der Beweis ist hier die so nahe Uebereinstimmung der Differenzen bey dieser Oerter wahrer und scheinbarer Breite, und die Abweichung der Beobachtungen.

92. §. Aber so großer Männer ausgeführte Theorien und Hypothesen von der elliptischen oder eingedrückten Figur der Erde, sollen die gar kein Gewicht haben, wider die vollkommene Kugelform der Erde? Allein wenn *d'Alembert* nach allen Vergleichen derselben mit den Gradmessungen spricht: es mangelt nichts mehr die Figur der Erde so unsicher zu machen, als der Pyrrhonismus es wün-

wünschen kann, und man müsse da noch warten und zweifeln: was können sie hernach für ein Gewicht haben? Zudem was beweisen Hypothesen? und selbst die newtonische Theorie ist auf eine Hypothese gebauet: wenn die Erde jemals ganz fließig und von der nämlichen Art Materie gewesen; und diese letzte geblieben und noch ist: welches doch offenbar nicht ist. Wer wird die Theile der Erde; Metalle, Steine, Laim, Wasser, für einerley Art Materie, für Körper von gleicher Art Schwere halten? Alle Bücher der Geo- und Hydrostatik widersprechen dieser Hypothese. Zwar habe ich nach der Hypothese der ganzen Fließigkeit der Erde, in der *I. Aufgabe*, die Verhältniß der Durchmesser der Erde auch bestimmt; bin aber dabey nicht geblieben, wie aus der *II. Aufgabe* erhället. Hierin habe ich gewiesen, daß auch bey der vollkommenen Kugelform die Grade der Breite ungleich seyn, ihre Gröſſe nun (nach der *III. Aufgabe*) genau fast mit 22 Gradmessungen übereinstimme, und daß nach dem hydrostatischen Gesetze die Kugelform des Weltmeeres in den Durchmessern kaum $\frac{1}{22}$, oder gar nichts unterschieden sey, etc. Obschon diese Bestimmung der Halbmesser nach der *I. Aufgabe*, mittelst der Rechnung des unendlich kleinen gemacht worden; so ist sie doch auch eine Folge der allgemeinen hydrostatischen Regel: daß zweyerley Fließige von verschiedener Art Schwere in vereinigten Röhren ungleich hoch stehen, und daß diese Höhen, sich umgekehrt ver-

verhalten, wie die Schweren der Flieſſigen. Wer kann daran zweifeln?

93. §. Allein ſagt einer: wenn dieſes auch bey den Röhren gilt; ſo gilt es doch nicht bey dem Weltmeere: weil des Meeres Oberfläche abhängig wie eine ſchiefſiegende Fläche wäre, folglich das höhere Waſſer ſich da hinab bewegen müſte, oder gar keines höher als das andere ſeyn könnte. Auf dieſe Einwendung dürfte ich gar nichts antworten; weil ſie die Kugelforme beweiset; jedoch, ſie iſt unrichtig. Denn der Schwere Richtung gehet nicht überall nach der Erde Mittelpunkte, wie wir ſchon gehöret, und ſie iſt juſt auf des Meeres Oberfläche ſo gerichtet, daß ſich das Waſſer da nicht bewegen kann, und doch an einem Orte höher als am andern iſt. Aber ſchon wieder eine Einwendung: ſo kann das Waſſer bey dem Weltmeere nicht die beſtimmte Höhe haben; weil geſetzt worden (*I. Aufgabe*), daß die Röhren nach dem Mittelpunkte der Erde gehen. Allein, was thut dieſes dazu? Gilt das hydroſtaſtiſche Geſetz nicht auch von ſchiefen Röhren? Es muß die Richtung der Schwere juſt nicht parallel mit den Röhren ſeyn. Jedoch da man die Höhe des Flieſſigen, nach der ſenkrechten Richtung der Schwere mißt, und da in der *I. Aufgabe*, des Flieſſigen Höhe nach der Richtung der Röhren, oder über der Erde Mittelpunkte beſtimmt worden iſt: ſo muß man ſich nach dieſer Aufgabe erinnern, daß wir ſo auch der Schwere Richtung und Verſchiedenheit angenommen haben. Denn nach der daſigen Figur ſtellt F K
die

die größte Schwere, welche unterm Pole ist, vor; und FO, die verminderte, in was immer für einem Parallelzirkel; welche überall nach der Erde Mittelpunkte gerichtet ist. Es ist nämlich da die Kreisschwere FI in zwey andere, in die genannte FO, und OI, welche auf dem Halbmesser FC perpendicular ist, zergliedert. Diese letzte drückt gegen die Fläche der Röhre, oder, da keine vorhanden ist, gegen die eben so widerstehende Wassersäule. Nichts weiß ich also, was der vollkommenen Kugelforme der Erde entgegen wäre. Aber halt! schon wieder höre ich: die verschiedene Tiefe des Meeres, das Wasserwägen oder nivellieren, die Vorrückung der Nachtgleichen, die eingedrückte Gestalt des Jupiters, sollten diese kein Bedenken erregen, gegen die Kugelforme der Erde?

94. §. Die verschiedene Tiefe des Meeres! Was soll diese? Wir haben schon gehört, daß der daher entstehende Unterschied der Durchmesser gering ist. Wenn auch des Meeres Grund ungleich: das hindert nicht. Das untere Wasser stehet darin, wie in einer Grube oder einem Gefäße, und das Obere, über dem höchsten Grund des nämlichen Meridianes, stehet erklärter Massen im Gleichgewichte. Weder thut das was; wenn man des Meeres Tiefe überhaupt verschieden setzet, wie in der 6. *Anmerkung* der I. *Aufgabe* geschehen: daraus entstehet kein Widerspruch: daß nämlich, wenn der schwere Richtung bey der kleinern Tiefe mit des Meeres Oberfläche, einen gewissen Winkel macht, hernach bey der größern

fern Tiefe nicht mehr denselben Winkel machen könne. Denn dieses ist wegen der verschiedenen Salzigkeit und Schwere des Meerwassers, und der daher veränderten Figur der Oberfläche nothwendig: darin steckt also kein Widerspruch.

95. §. Das Wasserwägen oder Nivellieren! was soll dieß? es trifft mit jeder Wasserwage, sie mag aus Röhren mit Wasser oder aus einem Senkbley bestehen, das ist mit der eigentlichen Wasserwage und Schrotwage zu, so, als wenn die Erde eine Kugel wäre, und der schwere Richtung nach ihrem Mittelpunkte gieng, und auf des Wassers Oberfläche senkrecht wäre. Dieses ist also nicht wider unsern Satz; sondern bestätigt ihn; und kommt besser damit, als mit dem von der eingedrückten Gestalt der Erde überein; weil der Schwere Richtung nach uns wenig, nur 5'; nach diesen Autorn aber mehr, 19' von der Erde Mittelpunkte abweicht: und der Schwere Richtung kann auf der Oberfläche dieser Wasserwage und des Wassers in jedem kleinen Behältniß senkrecht seyn, ohne es auf des Weltmeeres seiner zu seyn: indem da keine so entfernten oder verschiedene Wasserfäulen von verschiedener Schwere, wie beym Weltmeere sind, die nur bey verschiedener Höhe im Gleichgewichte stehen können: wiewohl die Oberfläche der Wasserwage in Ansehung des Mittelpunkts der Erde auch von verschiedener Höhe ist; doch des Weltmeeres seine aus gesagten Ursachen noch vielmehr: und es ist falsch, daß der Schwere Richtung auf der Oberfläche der eingedrückten Kugel

gel senkrecht sey: sondern es ist der Winkel zwischen der Richtung und der höhern Seite des Meeres nach dem Aequator zu, stumpf, jedoch kleiner, wenn des Meeres Tiefe, im Ganzen genommen, grösser ist. Den Beweis machen die berechneten Beyspiele in der 6. *Anmerkung* der I. *Aufgabe* samt dem Beyspiele, welches man nach der *maupertuisischen Regel* berechnet, die bey der senkrechten Richtung der Schwere auf der eingedrückten oder elliptischen Kugelfläche also lautet: Es verhält sich des Aequators Durchmesser zu dem Unterschiede zwischen ihm und der Axe, wie der letzte Grad der Breite, dreymal genommen, zu dem Unterschiede zwischen ihm und dem ersten: wornach, weil dieser Unterschied nach unserer Tabelle in der Auflösung $57249 - 56856 = 393$ ist, für der Durchmesser Unterschied $393 : 3.57249 = 0,00225$ kommt; welcher also viel grösser ist, als die oben (cit. *Anmerkung*) gefundenen; auch grösser als $\frac{1}{448} = 0,002232$; mithin unmöglich. Folglich ist auch unmöglich, dass der Schwere Richtung auf der elliptischen Kugelfläche senkrecht sey. Aber warum bewaget sich das Wasser nicht ferner hinauf nach dem Aequator zu, wenn der Winkel zwischen der Schwere Richtung und der Kugelfläche auf dieser Seite stumpf, grösser als auf der andern ist? Die Ursache ist: weil das obere Wasser in einer grössern Entfernung nach dem Aequator zu, wo der Winkel des Unterschieds der wahren und scheinbaren Breite kleiner wird, etwas herabdruckt, dem untern an der Oberfläche der eingedrückten Ku-

Gerlach Bestimmung. H

gel

gel, welches weiter vom Aequator, als jenes obere ist, entgegen. Mithin ist nothwendig, daß der Schwere Richtung gefagter massen beschaffen seyn müsse, und auch auf der eingedrückten oder elliptischen Kugelfläche nicht senkrecht seyn könne. Etwas anders ist es mit den Wasser - oder Nivellierwagen, und dem Wasser in kleinen Behältnissen: da kann und muß die Richtung der Schwere, welche aus der Fliehkraft und Pol - (oder ungehinder-ten) Schwere zusammengesetzt ist, das ist, der Kreiſs - (oder durch die Fliehkraft gehinderten) Schwere, allerdings auf des Wassers Oberfläche senkrecht seyn: weil bey so kleinen Größen, dieser Schweren Richtungen überall für parallel, und genannter Unterschiedswinkel der wahren und scheinbarn Breite da überall für gleich anzusehen ist.

96. §. Also ist dann auch die Regel unrichtig, wodurch man aus zwey gemessenen Graden des Meridians, der Durchmesser Verhältniß bestimmt: weil diese voraussetzet, daß der Schwere Richtung auf der eingedrückten Kugelfläche senkrecht sey; welches bewiesener massen falsch ist. Wenn nun bey andern Theorien und Hypothesen alles falsch ist; wenn die gänzliche Flieſsigkeit der Erde falsch; wenn die gleichartige Schwere ihrer Theile falsch; wenn ihre senkrechte Richtung auf der Oberfläche falsch: wie können hernach die Bestimmungen der Figur und Gröſſe der Erde richtig seyn? Ich betrachte sie, die Erde, hingegen, wie sie ist, das Wasser, Meer und Erdreich; jenes nach hydrostatischen Gesetzen
im

im Gleichgewichte, und dieses als groſſe Inſeln darin, von ungleicher Oberfläche, wie es Berge, Thäler und Ebenen nach der weiſeſten Abſicht mit ſich bringen: die doch im Ganzen der Runde der Erde nichts benehmen.

97. §. Nur der Schwere Richtung nach der Erde Mittelpunkte, wenn dieſe gänzlich ruhen ſollte, welche ich angenommen, und daſſ die Erde alſdann eine vollkommene Kugel wäre, könnte man etwa noch zu beweifen fodern. Allein haben dieſes nicht alle, welche ihre Figur zu beſtimmen geſucht, zum voraus geſetzt? Wäre ſie jemals fließig geweſen; ſo wäre daran nicht zu zweifeln: denn das dichtere, ſchwerere, weil es mehrere anziehende Kraft hat, würde ſich in der Mitte, und alles übrige, das leichtere darum geſammelt haben, bis alles im Gleichgewichte geweſen wäre: wodurch nothwendig eine vollkommene Kugel entſtanden wäre. Aber weg! keine Hypotheſe! wie werden wir hernach dieſe Richtung nach dem Mittelpunkte erweiſen? Da weiſ ich nun keinen andern Beweis, als: die Erde drehet ſich nun um eine Axe, welche nothwendig durch ihren Mittelpunkt der Schwere gehet: ſo viel Gradmeſſungen von verſchiedenen Meridianen, wobey jene Richtung angenommen wird, treffen ſo genau überein, als man nur wünſchen kann, wie noch ferner zu ſehen ſeyn wird: alſo muß jene Richtung der Schwere wahr ſeyn; das iſt, wenn die Erde ſich nicht umdrehete, nach ihrem Mittelpunkte trachten. Nebſt dem hat jeder Körper einen Mittelpunkt der Schwere, wo man ſich die

Schwere aller Theile vereinigt vorstellet ; und wenn die Körper etwas weit voneinander entfernt sind , und sie sich gegen einander bewegen , die Richtung ihrer Bewegung die Line ist , welche diese Punkte beschreiben. So würden alle unsere groſſe Weltkörper sich nach dieser Line , die von Mittelpunkte zu Mittelpunkte gezogen wird , gegeneinander bewegen oder fallen , wenn sie nicht in Kreissen bewegt würden ; ja sie fallen so stets , alle augenblick so tief gegeneinander , als die Senkrechte von einem gar kleinen Bogen ihrer Bahne auf die Tangente beträgt. So müssen dann auch wohl die Körper auf der Erde Oberfläche eine solche Richtung der Schwere haben , welche von ihrem Mittelpunkte der Schwere zu der Erde ihrem gehet. Nur kleine fast unmerkliche Abweichungen können seyn : wenn der Körper sich etwa in einem Thale eines ungeheuren Berges befindet , dessen anziehende Kraft jener wegen der Nähe etwas seitwärts spüret ; oder wenn etwa besondere kräftige Theile unter der Erde in der Nähe wären : welches aber nur Messkünstler durch die feinsten Instrumente beobachten können ; wie auch die Gradmessungen weisen.

*VON DER VORRÜCKUNG DER
NACHTGLEICHEN UND SCHWANKUNG
DER ERDAXE.*

98. §. Aber die Vorrückung der Nachtgleichen ? Diese wird freylich durch die erhabene Figur der Erde erklärt : und *Newtons* Rech-

Rechnung stimmt fast gänzlich mit der Beobachtung überein. Allein *de la Lande* spricht in seiner *Astronomie* (Liv. 22.): *Newton* hat sich da geirret: die Herren *d'Alembert*, *Euler*, *Simpson*, *d'Arcy*, *de Silvabelle*, *P. Walmessey*, und *P. Frisi* haben sich in dieser Materie geübet und kommen nicht überein; . . . Herr *d'Alembert* findet durch seine Theorie diese Vorrückung (in so weit sie jährlich von der Sonne, ohne Mond herrühret) beynahe von 23" (*Recherches sur la précession des Equinoxes* 1749, pag. 159); Herr *Euler* beynahe von 22" (*Mem. de Berlin*, T. 5. 1749); *Newton* von 9"; Herr Ritter von *Arcy* von 10" $\frac{1}{3}$; und Er, Herr *de la Lande*, ist nach einer gründlichen Untersuchung überzeugt, daß *Newton* sich um die Hälfte geirret habe, wie Herr *Simpson* es weist; daß nämlich *Newtons* Methode selbst beynahe 21" geben müsse. Er schließt hieraus, daß die Erde nicht homogen, gleichartig, sey; wie es auch schon die Ausmessung gegeben. Ist also das *newtonische* Verhältniß der Durchmesser der Erde zugroß: wieviel mehr wird es das *bouguerische* seyn? und die Vorrückung ist nicht wider unsere Figur der Erde: denn wir haben ja doch des Aequators Durchmesser nach der 6. *Anmerkung I. Aufgabe* größer als die Axe angegeben: und was hier beym Meere fehlet, werden gewiß die hohen Gebirge in Amerika und andere, wie auch das *Unterirdische* beym Aequator ersetzen. Ich kann noch viel eher zu diesen die Zuflucht nehmen, als die Gegner: weil die Gebirge in der heißen Zone wider sie

und für mich sind; die Präcession vermehren, nicht vermindern müssen; eines von 2000 Klaftern in der Höhe, schon einen Unterschied von 0,0006 des Halbmessers der Erdkugel macht: welches schon hinlänglich scheint, die Präcession ganz zu bewirken. Denn betrachten wir einen solchen, oder was immer für einen Berg im Aequator als ein Mündchen, welches in der Zeit einer Umwalzung der Erde, sich um ihre Axe beweget: und suchen wir die Bewegung seines Knotens, nach der Formel

$$\frac{M B f u}{4} = q, \text{ welche Herr de la Lande in sei-}$$

ner Astronomie §. 2830 - 2832 giebt. Hier stellt in unserm Falle M des Mondes Masse mit der von unserer Erde, welche 1 ist, verglichen vor, und ich nach *Gravesanden* $\frac{1}{40}$ setze; $B =$

$$\frac{3r}{f^4} + \frac{45r^3}{8f^6}, \text{ wo } f \text{ des Mondes Weite von un-}$$

serer Erde, und r ihr Halbmesser ist. Ich setze $r = 1$, und $f = 56$, um 1 kleiner als *Cassini* die mittlere Mondweite von der Erde annimmt. Man kann also $B = \frac{3r}{f^4}$ setzen und

den letztern Theil $\frac{45r^3}{8f^6}$ weglassen. u ist der

Bogen, welchen unser Mündchen oder Berg in seiner Bahne, dem Aequator, beschreibt.

$$\text{Also ist der Ausdruck } q = \frac{M B f u}{4} = \frac{3 M u}{4 f^3} =$$

$$\frac{3 \cdot u}{4 \cdot (56)^3 \cdot 40} = (\text{bey einer Umwalzung der Er-}$$

$$\text{Erde, oder in einem Tage)} \frac{3. 360^{\circ}}{4. (56)^3. 40} =$$

$$\frac{6075}{43904} \text{ Sekunde, und in einem Jahre } \frac{6075.365}{43904}$$

$= 50\frac{1}{2}$ Sekunde: welches genugsame Uebereinstimmung mit der beobachteten Präcession wäre, die *de la Lande* für 1 Jahr $50''\frac{1}{3}$ setzet; wenn nur die ganze Erde mit diesem vereinigten Mündchen gleiche Wirkung empfände. Allein wir werden gleich, nach einer andern viel leichtern, klaren Regel sehen, daß, wenn die Erde auch die allervollkommenste Kugel wäre, gar keine Erhöhung, keinen Berg, weder im Aequator noch sonst wo hätte, doch die Vorrückung der Nachtgleichen, wie sie beobachtet wird, geschehen müsse.

99. §. Es wird wohl niemand in Zweifel ziehen, daß ein jedes Theilchen der Erde; welches sich um ihre Axe bewegt, die Wirkung des Mondes, seiner anziehenden Kraft, empfinde, eines mehr, das andere weniger, nachdem es ihm nahe oder davon entfernt ist, und es muß ein Punkt seyn, wo man sich die Wirkung vereinigt vorstellen kann, wie den Mittelpunkt des Schwunges (Centrum Oscillationis) bey einem Pendel. Ich sage *Mittelpunkt des Schwunges*, nicht *Mittelpunkt der Schwere*. In jedem stellt man sich zwar die Wirkung der Erde, ihrer anziehenden Kraft vereinigt vor: aber doch ist ein anderer Punkt in einem Körper der Mittelpunkt des Schwunges, ein anderer der Schwere. So ist es also auch mit unserer Erde in Ansehung des Mondes, seiner

anziehenden Kraft: ein anderer Punkt ist ihr Mittelpunkt des Schwunges, ein anderer ihrer Schwere. Dieser ist ihr Centrum, ihr Mittelpunkt, welcher überall von der Kugelfläche gleichweit weg ist. Der Mittelpunkt des Schwunges aber oder der Kreiſs (die Peripherie) worin man ſich des Mondes Wirkung in Anſehung des Schwunges oder der Umwälzung der Erde vereinigt vorſtellt iſt $\frac{1}{5}$ ihres Halbmessers von ihrem Centrum entfernt. Ich glaube nicht, daß ich dieſes hier zu erweiſen oder auszuführen habe: denn es iſt ja bekannt, wie man das Centrum oscillationis in jedem Körper, auch in einer halben Kugel findet, die um ihren Durchmesser ſich ſchwinget, oscillirt (*Wolffs Element. Mechan. 467*): womit auch die Verſuche übereintreffen: welche ſolches bey gleichartigen Halbkugeln bey $\frac{1}{5}$ ihres Halbmessers weiſen. Das nämliche iſt bey unſerer Erde; man mag ſie ſich als zwey vereinigte Halbkugeln, oder als eine ganze, die ſich um ihren Durchmesser ſchwinget, drehet, walzet, vorſtellen. Gewiß iſt es dann: ihr Schwingpunkt oder Schwungkreiſs, der Kreiſs, welchen dieſer Punkt beſchreibt, iſt $\frac{1}{5}$ des Halbmessers ihres Aequators von ihrem Mittelpunkte entfernt. Dieſer Kreiſs ſey Fig. 3. B G N F, welcher in G und F die Mondbahnfläche O L C G F ſchneide, auf welcher der Kreiſs A G U F mit gleichem Halbmesser C A' = C B beſchrieben iſt; auf dieſem C A' ſey die Linie B A ſenkrecht (wo C A etwas kleiner als C A' iſt), ſo daß B A C ein rechter Winkel, und A C B die Neigung der beiden Flächen

chen

chen oder Kreisse gegen einander seyen. Gegenüber ist der Vertikalwinkel $\text{NCU} = \text{BCA}$. Hier ist also der Mond L von seinen Aequinoctialpunkten F und G, in welchen sich seine Bahne und der Aequator schneiden, gleichweit entfernt; und er zieht die zwey Mittelpunkte B und N der Schwungkräfte der zwey Halbkugeln der Erde nach den Richtungen BL und NL mit ungleicher Stärke, so daß sich die Kraft in B zu der in N verhalte, wie umgekehrt die Quadrate der Weiten dieser Punk-

te vom Monde, das ist, wie $\overline{\text{NL}}^2$ zu $\overline{\text{BL}}^2$. Nun sey die Schwere oder anziehende Kraft der Erde in der Distanz 1 von ihrem Mittelpunkte C betrachtet $= S$, des Mondes seine in derselben Distanz 1 von seinem Mittelpunkte L, $= s$; und der Erde Masse $= M$, des Mondes

seine $= m$: so ist $M : m = S : s = \frac{m S}{M}$; und

die Kraft, womit der Punkt B nach dem Monde L trachtet, $\frac{m S}{\overline{\text{BL}}^2}$, und die, womit der

Punkt N nach ihm trachtet, $\frac{m S}{\overline{\text{NL}}^2}$; und die,

womit die ganze Erde oder ihr Mittelpunkt C nach ihm trachtet, $\frac{m S}{\overline{\text{CL}}^2}$. Es sey dieser Halb-

messer $\text{CB} = a$, und des Mondes Weite von der Erde Mittelpunkte $\text{CL} = n a$; und (indessen) der Neigungswinkel ACB so klein, daß

dafs man die Weite $LB = na - a$, und $NL = na + a$ setzen kann: so sind genannte Kräfte

$$\frac{mS}{M \cdot CL^2} = \frac{mS}{M(na)^2}, \quad \frac{mS}{M \cdot NL^2} = \frac{mS}{M(na + a)^2},$$

$$\text{und } \frac{mS}{M \cdot BL^2} = \frac{mS}{M(na - a)^2}, \quad \text{Weil } (na \mp a)^2 =$$

$(n^2 \mp 2n + 1)aa$: so ist der Unterschied dieser

$$\text{Kräfte in B und N} = \frac{mS}{M(na - a)^2} -$$

$$\frac{mS}{M(na + a)^2} = \frac{4naamS}{Ma^4(n-1)^2(n+1)^2} =$$

$$\frac{4nmS}{Ma^2(nn-1)^2}, \text{ um welchen B, oder die ge-}$$

gen den Mond gewendte Hälfte der schwingenden Erdkugel von ihm mehr angezogen wird, als N, oder die von ihm abgewendete andere Hälfte. Derselbe Unterschied ist zwischen den Kräften in E und H, wenn der Mond weiter fort in O, nach dem Aequinoctialpunkt F, gerückt ist. Nun zergliedere man diese Kraft

in E, $\frac{4nmS}{Ma^2(nn-1)^2}$, deren Richtung EO ist,

in zwey andere, derer eine Richtung mit CO parallel, und die andere auf CO senkrecht ist: diese sind OD und ED, wenn die erste

$$\frac{4nmS}{Ma^2(nn-1)^2} = EO \text{ ist. Nur die senkrechte}$$

ED verändert den Neigungswinkel BFA' der Mondbahne und des Aequators, zieht den Punkt E, oder die gegen den Mond gewendete halbe Erdkugel, den nächsten halben Ae-

qua-

quator, gegen die Mondbahne, und machet so, daß der Knoten oder Aequinoctialpunkt F in der Bahne, nach A' zu, vorrücket. Diese *vorrückende Kraft*, in E, = k wollen wir suchen.

100. §. Es sey der Neigungswinkel $BFA' = I$; und der Sinus totus = 1: so ist $1: \sin I = a: AB = a \sin I$; und (wenn man D' von D unterscheidet, wie A' von A ungeachtet es in der Figur nicht ausgedrückt ist) $1: \cos A'D' = AB: ED = a \sin I. \cos x$, wenn der Bogen $AD' = x$; mithin, weil $OE: ED =$

$$\frac{4nmS}{Ma^2(nn-1)^2}: k; \text{ oder } (n-1)a: \sin I. \cos x =$$

$$\frac{4nmS}{Ma^2(nn-1)^2}: k; \text{ die vorrückende Kraft } k =$$

$$\frac{4nmS. \sin I. \cos x}{Ma^2(nn-1)^2(n-1)}$$

Diese muß nicht nur die gegen den Mond gewendete Halbkugel der Erde von E nach D bewegen; sondern auch die abgewendete Hälfte von H nach I, weil diese mit jener verbunden ist. Darum ist *die durch die Masse vertheilte vorrückende Kraft*

$$\frac{k}{2} = \frac{2nmS. \sin I. \cos x}{Ma^2(nn-1)^2(n-1)}. \text{ Man soll nun ihre Wirkung finden.}$$

101. §. Diese ist der Raum, der Bogen, um welchen der Aequator, der Mondbahne, oder der Punkt E dem Punkte D, durch sie genähert wird (es versteht sich: in einer gewissen Zeit). Dieser sey dem in Q senkrechten Böglein QP gleich: so wird der Punkt Q
des

des Aequators, von der Mondbahne nicht mehr um die Weite QP wegstehen, sondern in den Punkt P fallen, und der Knoten oder Aequinoctialpunkt F bis dahin, in P vorge-rückt seyn; welches man einsieht, wenn QP so nahe zum Knoten F getragen worden, daß es beyde Kreisse den Aequator und die Mond-bahne berührt. Dieses versteht man auch; wenn man sich den Schwungpunkt E als ein Mündchen vorstellet, welches sich nach und nach der Mondbahne soviel genähert; folglich nicht den Bogen des Aequators EQ , sondern die vorzustellende krumme Line EP beschrieben habe. Für eine unendlich kleine Zeit $d\zeta$, wird dieses Böglein QP unendlich klein, und dem Knoten F unendlich nahe seyn. Man wird es finden; wenn man es mit der Wirkung der Erde im Monde $\frac{n dx^2}{2a}$, dem Wege der da-sigen Fliehkraft in der Zeit $d\zeta$, oder der Geschwindigkeit $\frac{n dx^2}{2a d\zeta}$, welche der durch die Zeit dividirte Weg ist (denn es ist $LO = nx$, wenn $A'D' = x$ ist); und seine Kraft $\frac{k}{2}$ mit der dasi-gen Erdkraft $\frac{S}{n^2 a^2}$ vergleicht; nämlich durch folgende Proportion: $\frac{S}{n^2 a^2} : \frac{k}{2} = \frac{n dx^2}{2a d\zeta} : QP$, das ist: $\frac{S}{n^2 a^2} \times \frac{2nmS \sin I \cos x}{Ma^2(nn-1)^2(n-1)^2} = \frac{n dx^2}{2a d\zeta} : QP$. Weil die Zeit ζ wie nx , mithin $d\zeta = n dx$ ist:

ist: so ist das Boglein $QP = \frac{n^3 m \sin I. \cos x dx}{Ma(nn - 1)^2(n - 1)}$

$$= \frac{m \sin I \cos x dx}{M n n a}, \text{ wenn man } 1 \text{ im Nenner}$$

wegläßt, wie ohne merklichen Unterschied geschehen kann. Weil ferner $FB: PQ = 1: \sin I$; so ist die Vorrückung FP , in der Zeit $d\tau$,

$$= \frac{PQ}{\sin I} = \frac{m \cos x dx}{M n n a}: \text{ dessen Integrale (oder}$$

die Vorrückung in der Zeit, τ , in welcher der Mond in seiner Bahne den Bogen nx oder

$$x = A'D' \text{ zurücklegt) } \frac{m \sin x}{M n n a} \text{ (Cours de Ma-}$$

thematiques à l'usage de la Marine par M. Bezout IV. P. 109); mithin die Vorrückung des Knotens in der Zeit, in welcher der Mond einen Quadranten seiner Bahne $A'F$ bis zum

$$\text{Knoten hin zurückleget, } \frac{m. 1}{M n n a} = \frac{m. 206265''}{M n n a},$$

weil 1 oder der Sinus totus 206265 Sekunden der Pheripherie beträgt.

102. §. Wenn der Mond den Knoten F passiert hat; so rechnet man des Bogens x Anfang vom Knoten F an; und die augenblickliche Vorrückung in der Zeit $d\tau$ ist $\frac{m \sin x dx}{M n n a}$;

$$\text{und die ganze in der Zeit } \tau, \text{ in welcher der}$$

Mond den Bogen x beschrieben hat, $\frac{m}{M n n a}$

$$(1 - \cos x); \text{ mithin nach dem beschriebenen}$$

$$\text{Quadranten } FU \text{ ebenfalls } \frac{m. 1}{M n n a} = \frac{m. 206265''}{M n n a},$$

Wie

wie nach dem vorigen A'F; folglich die Vorrückung des Knotens F in einem Monate
 $4. m. 206265''$

M n n a

103. §. Wird die Vorrückung in der Mondbahne, keine in der Ekliptik verursachen? Hieran ist wohl nicht zu zweifeln, da die Mondbahne mit der Ekliptik aufs höchste nur einen Winkel von 5° bis $18'$ machet (de la Lande Astronomie Liv. VII. 1170). Allein wie groß wird die von dem Monde in der Ekliptik bewirkte Vorrückung der Nachtgleichen seyn? Es versteht sich: die Nachtgleichen oder Aequinoctialpunkte in der Ekliptik sind die *Sonnennachtgleichen*, wo die Sonnentage und Nächte gleich sind; und die in der Mondbahne, sind die *Mondsnachtgleichen*, wo die Mondstage und Nächte gleich sind: wann diese Gestirne hinein kommen.

104. §. Wenn nun die Inclination oder Neigung der Ekliptik gegen den Aequator kleiner als die Inclination der Mondbahne ist, und des Mondes Wirkung QP vom Aequator auf die Ekliptik getragen wird, so daß das Boglein QP auf dem Aequator senkrecht ist, und zugleich die Ekliptik berührt: so muß der Bogen FP, die Vorrückung der Nachtgleichen, in der Ekliptik nothwendig größer als in der Mondbahne seyn; und zwar die von dem Monde bewirkte Vorrückung der Mondsnachtgleichen zu der von ihm bewirkten Vorrückung der Sonnennachtgleichen, wie der Sinus der Neigung der Ekliptik gegen den
 Ae.

Aequator, zu dem Sinus der Neigung der Mondsbahne gegen den Aequator, verhalten; das ist, wenn der Ekliptik Neigung i , wie der Mondsbahne ihre I gesetzt worden, und die gefundene Vorrückung der Mondsnachtgleichen v ist: so ist die vom Monde bewirkte Vorrückung der Sonnennachtgleichen $V =$

$$\frac{v \sin I}{\sin i} = \frac{v \cdot 47920}{39848} = \frac{v \cdot 5990}{4981}, \text{ wenn } i = 23^\circ 29', \text{ und } I = 28^\circ 38'.$$

105. §. Nun wollen wir die Rechnung in Zahlen machen. Allein der Neigungswinkel der Mondsbahne gegen den Aequator ist ja nicht so klein, daß man seine Weite von den Schwungpunkten der Erde $LB = na - a$, $LN = na + a$, (wenn die von der Erde Mittelpunkte $LC = na$ ist) setzen kann, wie bisher doch geschehen ist: es ist vielmehr $LB = LC - AC = na - a \cos ACB = a(n - \cos ACB) = a(n - \cos I)$, und $LN = LC + CU = a(n + \cos I)$; folglich $OE = OC - CD = a(n - \cos ECD) = a(n - \cos y)$ wenn $y = ECD$, und $OH = OC + CI = a(n + \cos y)$. Daher muß man die Kraft

$\frac{k}{2}$ auch auf eine andere Richtung bringen, die auf des Aequators Halbmesser EC in E senkrecht ist, und mit ED einen Winkel $SED = ECD = y$ machet. Mithin ist eigentlich die durch die

Masse vertheilte vorrückende Kraft $\frac{k}{2} = \frac{2nmS \sin I \cos x}{Ma^2 (nn - \cos y)^2 (n - \cos y)}$, und die Vorrückung

ckung der Nachtgleichen in der Zeit dz , FP
 $= \frac{m \cos x dx}{M n n a}$; und das Integrale $\frac{m \sin x}{M n n a}$,
 und die Vorrückung der Nachtgleichen in ei-
 nem Monate $\frac{4 m}{M n n a} = \frac{4 \cdot m \cdot 206265''}{M n n a}$, wie
 oben (§. 99-102) bestimmt worden. Denn es
 entsteht bey dieser Bruchsformel durch des
 Zählers Factor $\frac{\cos y}{\cos y} = 1$ kein Unterschied; und
 der einzige im Nenner $\cos y^2$ und $\cos y$ wird
 noch eher als oben 1 ohne merklichen Fehler
 weggelassen.

106. §. Es ist nach Gravesanden (Phil. New-
 ton, Inst. 1626 und 1629) beynahe des Mon-
 des Masse zu der Erde ihrer, oder $m : M =$
 $1 : 40$; und des Mondes Weite von der Erde
 hält dieser ihren Halbmesser 60mal in sich.

Mithin ist $\left(\text{weil } a = \frac{16}{15} \right), n = \frac{60 \cdot 15}{16} = 56\frac{1}{4},$

und $n n a = \left(\frac{60 \cdot 15}{16} \right)^2 \cdot \frac{16}{15} = (15)^3 = 3375;$

und die (§. 105. §.) angedeutete Präcession

$$\frac{4 m \cdot 206265''}{M n n a} = \frac{4 \cdot 206265''}{40 \cdot 3375} = \frac{206265''}{33750} =$$

$6'', 111$; und die monatliche in der Ekliptik

$$\frac{5990 \cdot 6'', 111}{4981} = 7'', 349.$$

107. §. Wenn nun das Jahr 525949, und
 der periodische Monat 39343 Minuten hält
 (Wolffs Astronomie): so sind in einem Jahre
 $\left(\frac{525949}{39343} = \right) 13,36822$ periodische Monate
 ent-

enthalten. Folglich ist die jährliche vom Monde in der Ekliptik gewirkte Präcession $7'', 349. 13,368 = 98'', 241$. Diefs ist viel zuviel; da nach Herrn *de la Caille* und *de la Lande*, die jährliche Präcession nur $50''\frac{1}{3}$ seyn soll. Daraus ist offenbar, dafs die Erde im Kerne dichter als an der Oberfläche, oder des Mondes Masse geringer sey; und, dafs bey jeder Figur der Erde, nicht nur bey der im Aequator erhabenen, und bey den Polen eingedrückten, sondern auch bey der länglich runden, blofs wegen Umdrehung der Erde, ihrer Schwungkraft, eine Präcession seyn müsse: und man wird sie genau finden, wenn alle da erforderliche Data, dieser Weltkörper Massen und Weiten voneinander, und der Erde unterschiedene Dichte bekannt sind.

108. §. Es ist klar aus den 101. und 102. §. dafs die monatliche Präcession in den ersten 30 Graden des ersten Quadranten BF, so groß als in den übrigen 60; und umgekehrt im 2. Quadranten FN, u. s. f. ist.

109. §. Wir haben die vom Monde verursachte Präcession, bey der größten Inclination seiner Bahne gegen den Aequator, berechnet und bestimmt; und haben nichts von der Veränderung seiner Knoten in der Ekliptik gesprochen: welche diese in 18-19 Jahren durchwandern, und also in dieser Zeit nur einen Augenblick in einem Punkte verweilen; daher machen, dafs die Neigung der Mondbahne gegen den Aequator, mithin auch die von ihm gewirkte Präcession stets veränderlich ist.

Gerlach Bestimmung. I

Da

Da wir die grösste berechnet: so wollen wir auch die mittlere und die kleinste berechnen.

110. §. Die mittlere Neigung der Mondbahne gegen den Aequator ist die, welche die Ekliptik gegen den selben hat, von $23^{\circ} 29'$, nachdem *de la Hire*. Da hier in der Gleichung

$$V = \frac{v \sin I}{\sin i} \quad (104. \text{ §.}) \quad \sin I = \sin i; \text{ so ist die}$$

monatliche in der Ekliptik gewirkte Präcession die oben (106. §.) gefundene von $6'', 111$; und die jährliche hierin $13, 368. 6'', 111 = 81'', 692$.

111. §. Die kleinste Neigung der Mondbahne gegen den Aequator ist von $18^{\circ} 20'$. Da

ist also in der Gleichung $V = \frac{v \sin I}{\sin i}$, $I =$

$18^{\circ} 20'$, und $i = 23^{\circ} 29'$; und die monatliche in der Mondbahne gewirkte Präcession $v = 6'', 111$; und die jährliche hierin $81'', 692$; mithin die monatliche in der Ekliptik $V = 4.823$; und die jährliche hierin $64'', 484$.

112. §. Es ist der Neigungswinkel der Mondbahne gegen den Aequator am grössten, wann der Drachenkopf oder sein aufsteigender Knoten in der Frühlingsnachtgleiche ist; und am kleinsten, wann dieser in der Herbstnachtgleiche ist. Er bewege sich aber in der Ekliptik gegen Abend, in die vorangehende Zeichen, in einem Jahre durch $19 - 20^{\circ}$ folglich ist zwar nicht ein ganzes Jahr lang, wie in vorigen Rechnungen angenommen worden, dieser Neigungswinkel am grössten im Mittel, oder am kleinsten: jedoch wird der Unterschied nicht

nicht viel betragen; und man wird die Präcession, die jährliche, ziemlich genau finden, wenn man die mittlere Neigung der Bahne vom Jahre, die mitten im Jahre ist, nehmen wird.

113. §. Da der Mond bey den angenommenen Voraussetzungen so groſſe Vorrückung der Nachtgleichen bewirket: wird also die Sonne nicht auch eine hervorbringen? Da ist klar, wenn man Fig. 3. LO als einen Bogen der Ekliptik betrachtet, worin die Sonne sich dem Scheine nach beweget, und der Winkel BFA' als der Neigungswinkel der Ekliptik gegen den Aequator angesehen wird, daſs der Ausdruck der durch die Maſſe vertheilten vorrückenden Kraft

$$\frac{k}{2} = \frac{2nmS. \sin I. \cos x}{Ma^2(nn-1)(n-1)}$$

(100. §.) ebenfalls auf die Sonne angewendet werden könne, wo m ihre und M der Erde Maſſe, I gefagten Neigungswinkel und na der Sonne Weite von der Erde bedeutet. Aber,

im 101. §. anſtatt der Erde Kraft $\frac{S}{n^2 a^2}$, muſs

man der Sonne ihre $\frac{mS}{Mn^2 a^2}$ damit vergleichen; und ſo wird ſtatt der daſigen erſten Proportion, dieſe:

$$\frac{mS}{Mn^2 a^2} : \frac{k}{2} = \frac{ndx^2}{2adz} : QP, \text{ oder}$$

$$\frac{mS}{Mn^2 a^2} : \frac{2nmS. \sin I. \cos x}{Ma^2(nn-1)^2(n-1)} = \frac{ndx^2}{2adz} : QP;$$

mithin, weil auch hier $dz = ndx$ iſt,

I 2

QP

$$QP = \frac{\sin I. \cos x dx}{nna}; \text{ und}$$

$$FP = \frac{PQ}{\sin I} = \frac{\cos x dx}{nna};$$

dessen Integrale $\frac{\sin x}{nna} = \frac{1}{nna}$ (wenn x ein Quadrant) $= \frac{206265''}{nna}$; folglich die Vorrückung in einem Jahre $\frac{4 \cdot 206265''}{nna}$.

Nehmen wir nun für die Weite der Sonne von der Erde 22000 dieser ihrer Halbmesser, welche von der vom k. k. Astronom *Hell* angegebenen nur um 2 unterschieden, größer als

diese ist: so ist $n = \frac{22000 \cdot 15}{16} = 20625$ und

$nn = 425390625$; und die jährliche Vorrückung

$$\frac{4 \cdot 206265''}{nna} = \frac{4 \cdot 206265''}{425390625 \cdot 16 : 15} =$$

$$\frac{3093975''}{1701562400} = 0',00181. \text{ Da diese so klein}$$

ist; werden wir nicht darauf acht haben; besonders, da die vom Monde gewirkte schon mehr als hinlänglich ist.

114. §. Wir wollen annehmen, die Theile der Erdkugel seyen homogen, gleichartig, gleich dicht: so muß des Mondes Masse geringer seyn als $\frac{1}{40}$ von der Erde ihrer; und man findet sie vermög der gefundenen mittlern $81'',69$ und der beobachteten Präcession $50'',33$ durch folgende Proportion: $8169 : 5033$

=

$= \frac{1}{40} : x$; wo des Mondes Masse $x = \frac{5033}{40. 8169}$
 $= 0,0154 = \frac{1}{64,98} = \frac{1}{83}$ der Erde ihrer bey-
 nahe. Sollte jene gröfser seyn: so müfste die
 Erde im Kerne dichter als an der Oberfläche
 seyn.

115. §. Da wir bey dem gröfsten Neigungs-
 winkel der Mondbahne gegen den Aequator,
 wo der aufsteigende Knoten in der Frühlings-
 nachtgleiche ist, die jährliche Vorrückung der
 Nachtgleichen $98'',24$ (110. §.); und bey dem
 kleinsten, wo der Drachenkopf in der Herbst-
 nachtgleiche ist, $64'',48$ (111. §.) gefunden
 haben; die mittlere aber $81'',69$ (110. §.); wo-
 für aber nur $50'',33$, welches bey kleinerer
 Mondsmasse möglich ist (114. §.), zu setzen:
 so müssen auch jene gefundene Präcessionen,
 nach dem Verhältnifs $8169 : 5033$ kleiner wer-
 den; und also folgende seyn: $60'',53 : 39'',72$.
 Zieht man die kleinste von der gröfsten ab;
 so hat man $20'',81$ Unterschied. Soll dieser
 wohl nicht derjenige seyn, welchen *Bradley*
 bey der Präcession beobachtet, und den man
 die Nutation (Wank - oder Schwankung der
 Erdaxe) genannt hat?

116. §. Es scheint, dieser Unterschied
 (115. §.) sey das, was man die Schwankung
 der Erdaxe nennet, und *Bradley* beobachtet
 hat. Denn diese Schwankung rühret von dem
 Unterschiede der Präcession her, welchen die
 verschiedene Neigung der Mondbahne gegen
 den Aequator verurfachet, wie insgemein da-
 für gehalten wird; und ist nach *Bradleys* Beo-

bachtung 18 Sekunden, nur 2" weniger als genannter Unterschied der Präcession: nämlich in-
 dessen sich der Drachenkopf von der Frühlings-
 nachtgleiche durch die Ekliptik, in die voran-
 gehende Zeichen durch das Winterfolstitium
 fort bis zur Herbstnachtgleiche bewege, einer
 Zeit von 9 Jahren, in dessen vermindert sich
 die Präcession nach und nach um 18" bis 20",
 mithin jährlich, nach einer mittlern Propor-
 tionale, um 2"; hernach, wie der Drachen-
 kopf wieder fortrücket, durch das Sommerfol-
 stitium bis zur Frühlingsnachtgleiche, vermeh-
 ret sich die Präcession wieder eben soviel, jähr-
 lich 2" und die ganze Zeit, wieder von 9 Jah-
 ren, um 18", so dafs die mittlere just 50" be-
 trägt (ohne die Brüche gerechnet); und es
 entstehet bey der Zeit dieses Umlaufes des Dra-
 chenkopfes, wenn man für die grösste jährliche
 Präcession 58", und für die kleinste 40" setzet
 folgende

Tabelle der jährlichen Präcession:

im Jahre,			die Präcession		
1	und	18 ^{ten}	58	Sekunden	
2	—	17 -	56	—	—
3	—	16 -	54	—	—
4	—	15 -	52	—	—
5	—	14 -	50	—	—
6	—	13 -	48	—	—
7	—	12 -	46	—	—
8	—	11 -	44	—	—
9	—	10 -	42	—	—

Beym

Beym 10. Jahre ist nur im Anfange die kleinste Neigung der Mondbahne gegen den Aequator; darum nimmt da die Präcession über die 40'' gleich um 2'' zu, u. f. f. Für das 18. Jahr kann man auch gar wohl 58'' setzen: weil ganannter Umlauf etwas grösser als 18 Jahre ist; und die größte Neigung der Mondbahne nicht dieß ganze Jahr durch, sondern nur am Ende desselben ist. Ganz was ähnliches ist aus *Bradleys* Beobachtungen geschlossen worden: in derselben Zeit des genannten Umlaufes bewege sich die Erdaxe oder der Pol hin und her, durch einen Raum von 18'', und jährlich von 2''; so die Schwankung heist.

117. §. Herr *Machin*, gewesener Secretär der Societät zu Londen, erklärt diese Schwankung durch einen kleinen Zirkel, welcher im Durchmesser 18'' hält, in dessen Mittelpunkte der mittlere Weltpol ist, und in dessen Peripherie sich der wahre oder das Ende der verlängerten Erdaxe, gegen Abend, wie die Mondknoten, herum bewege, so daß er, der wahre Weltpol, von einem jeden dieser Knoten um 3 Zeichen entfernt ist; sich im Sommerkolure, bey dem Zeichen des Krebses befindet, wenn der Drachenkopf in der Frühlingsnachtgleiche oder dem Frühlingskolur ist; in dem Frühlingskolure, wenn dieser im Steinbocke oder Winterkolur ist; u. f. f. (de la Lande *Astronomie* Liv. 17. §. 2289).

118. §. Etwas ähnliches geschieht vermög der Präcession bey dem Weltpole (dem mittlern, wenn wir diesen vom wahren, der sich um ihn in dem machinischen Kreisse bewege,

unterscheiden wollen). Man kann sich es an der künstlichen Erd- oder Himmelskugel deutlich vorstellen. Man bilde sich da einen Kreis, in der Grösse des Polarzirkels um den Pol der Ekliptik beschrieben vor, in dessen Peripherie der gefagte, mittlere, Weltpol ist, unweit des α , des letzten Sternes im Schwanze des kleinen Bären (welcher jetzo der Polarstern heisset) neben dem Zeichen des Krebses. Beide Pole sind im Solstitialkolure, der von beiden Nachtgleichen gleichweit entfernt ist. Diese Nachtgleichen sind seit des Plato oder Eudoxus Zeiten, etwas mehr als 2000 Jahren um 30 Grade in der Ekliptik vorgerückt: folglich war damals der Solstitialkolur, welcher allezeit 90° von den Aequinoctialkoluren entfernt ist, samt dem Weltpole, näher bey dem β , dem Sterne in der rechten Schulter des kleinen Bären, als dem α , dem letzten im Schwanze: und so war jener damals der Polarstern. In diesem polargleichen Zirkel rückt also mit den Nachtgleichen der Weltpol immer fort; so daß er in einem grossen, platonischen, Jahre, einer Zeit von 25740 gemeinen Jahren (*de la Caille* Astronom. 769) einmal herumkommt, und inzwischen sich verschiedenen merkwürdigen Sternen nähert, die eine Zeit lang, wegen des Weltpoles Nähe, die Polarsterne heissen. So nähert er sich dem dormaligen Polarsterne noch bis 360 Jahr lang, immer mehr; hernach aber wird er sich davon entfernen; und nach 2000 Jahren wird γ , der Stern am linken Knie des Cepheus der Polarstern seyn; nach 4000 Jahren, β , der Stern
im

im Gürtel des Cepheus; nach 5000 J. α , der Stern auf der rechten Schulter des Cepheus; nach 8000 J. α , der helle Stern im Schwane; nach 11000 J. α , *Wega*, der helle in der Leyer; nach 13-14000 J. γ und β , die zwey Sterne in dem Kopfe des Drachens; nach 19000 J. δ , ein kleiner Stern im Drachen; nach 21000 J. α , der helle im Drachen; nach 22-23000 J. β , der Stern in der rechten Schulter des kleinen Bären; endlich nach 24000 J. wieder unser jetzige Polarstern, α , der letzte im Schwanze des kleinen Bären: wovon einige nur von der dritten Gröſſe ſind, auch nicht alle dem Pole gleichnahe kommen; am nächſten aus allen wird α , der helle im Drachen kommen. Was hier bey der Präceſſion der Ekliptikpol, Weltpol, polargleiche Zirkel von $23^{\circ} 29'$ im Halbmesser, die Ekliptik, der Aequator, das platonische Jahr (die Zeit des Umlaufes der Nachtgleichen in der Ekliptik) ſind; das ſind da (117. §.) in der machiniſchen Hypotheſe oder Erklärung der Nutation, der mittlere Weltpol, der wahre Weltpol, der kleine Kreis von $9''$ im Halbmesser, der mittlere Aequator, der wahre Aequator, das Drachenjahr (die Zeit des Umlaufes der Mondknoten in der Ekliptik, mit welchen die vom wahren Aequator in dem mittlern zugleich herumkommen müſſen). Sterne, welchen der wahre Weltpol in dem Drachenjahre, ſich nach und nach nähert, können wegen der Kleinigkeit des machiniſchen oder bradleyiſchen Kreiſſes, durch welchen er ſich bewege, nicht angedeutet werden.

119. §. Wir wollen uns diesen machinischen Kreiß in der 4. Figur durch den kleinen Kreiß *fshw* vorstellen, wo der groſſe *F S H W* der Aequator, und der andere $\gamma \overline{\sigma} \underline{\pi} \zeta$ die Ekliptik iſt, und das Centrum *C* der mittlere Weltpol, *CF* der Frühlingskolur, *CW* der Winterkolur, *CH* der Herſtkolur, *CS* der Sommerkolur, oder nach der Ordnung $\gamma, \overline{\sigma}, \underline{\pi}, \zeta$, der Anfang des Widders, Krebses, der Wage, des Steinbockes; und $sw = fh = 18''$. Iſt der Drachenkopf, der aufſteigende Knoten, in *F*; ſo iſt der wahre Weltpol in *s*. Rucket jener von *F* in ζ ; ſo folget dieſer von *s* in *f*, u. ſ. f. Wenn alſo der Drachenkopf durch den halben Kreiß *F ζ H* oder halbe Ekliptik vom Anfange des Widders bis zum Anfange der Wage ſich beweget; ſo beweget ſich indeſſen der wahre Weltpol durch den halben machiniſchen Kreiß *sfw*, vom Sommerkolur bis zum Winterkolur; und die Weltaxe ſcheint ſich durch deſſen Halbmefſer $sw = 18''$ beweget oder geſchwungen zu haben. Beweget ſich dieſer Knoten fort bis wieder zum Anfang des Widders hin; ſo beſchreibt indeſſen der wahre Weltpol die andere Hälfte *whs* des machiniſchen Kreiſſes, und die Weltaxe ſcheinet ſich wieder zurück durch denſelben Durchmefſer $ws = 18''$ beweget oder geſchwungen zu haben. In dieſer Betrachtung müſſen ſich die Sterne bey dem Solſtitialkolur *SW*, ſich dem wahren Pole bald zu nähern, und bald wieder davon zu entfernen ſcheinen. Ein gleiches muſs auch bey dem Aequinoctialkolur *FH* und allen Declinationskreiſſen geſchehen.

120. §. Nun wollen wir die machinische Hypothese mit Bradleys Beobachtungen über die Nutation, so viel ich in Herrn *de la Lande* Astronomie finde, weil ich keine andern habe, vergleichen. Da im *XVII.* Buche heisst es Erstens (§. 2284): im Jahre 1727 kam der aufsteigende Mondknoten mit der Frühlingsnachtgleiche zusammen, so dass der Mond in seiner grössten Breite sich vom Aequator $28^{\circ}\frac{1}{2}$ entfernte: und im Jahre 1736, als sich der Knoten in der Nachtgleiche der Wage befand, konnte sich der Mond von dem Aequator nicht mehr als $18^{\circ}\frac{1}{4}$ entfernen, so dass seine Bahne gegen den Erdäquator im Jahre 1736 um 10° schiefer, mehr geneigt war, als im Jahre 1727. Herr *Bradley* beobachtete im Jahre 1727 durch die Veränderung der Declination der Sterne bey den Aquinoctialkoluren, dass die Vorrückung der Nachtgleichen grösser war, als die mittlere; und doch schienen die Sterne bey den Solstitialkoluren sich auf eine Art zu bewegen, welche der Wirkung dieser Vermehrung (der Präcession) entgegen war: die nach der geraden Ascension entgegen gesetzten Sterne wurden auf gleiche Art behaftet: das γ des Drachens und der im britanischen Verzeichniss 35. Stern des Camelopardulus (Giraffe) litten die nämliche Veränderung in der Declination, der eine gegen Norden, der andere gegen Süden; so dass dieses gar wohl mit der Schwankung der Erdaxe übereinstimmte, die nothwendig gleichen Unterschied bey den nach gerader Ascension entgegen gesetzten Sternen hervor bringen muss.

Zwey-

Zweytens (§. 2282): Herr *Bradley* sah im Jahre 1728, daß die jährliche Veränderung der Declination an den Sternen bey den Aequinoctialkoluren grösser war, als sie hätte von der Vorrückung der Nachtgleichen von 50'' entstehen sollen (Phil. Trans. 1728 pag. 659): der Stern des grossen Bären befand sich im Monat September 1728, 20'' mehr gegen Süden, als das vergangene Jahr, da es doch nur hätten 18'' seyn sollen; solchergestalt war die Vorrückung der Nachtgleichen $55\frac{1}{2}$ '' statt 50'': doch konnte diese Grösse von 2'' nicht dem Instrumente beygemessen werden; weil die Sterne bey den Solstitialkoluren nicht den nämlichen Unterschied gaben. (2283): Ueberhaupt hatten die Sterne bey den Aequinoctialkoluren die Declination ungefähr 2'' mehr geändert, als sie nach der mittlern Präcession von 50'' gethan hätten; und die Sterne bey den Solstitialkoluren weniger als sie hätten thun sollen.

Drittens (§. cit.): Herr *Bradley* wohnte fast allezeit zu Wansted bis 1732, wo er nach Oxford gehen mußte, Herrn *Halley* zu ersetzen; er fuhr fort, alle Umstände der Veränderungen der Declination über eine grosse Zahl Sterne mit derselben Genauigkeit zu beobachten; jedes Jahr sah er die Perioden der Aberration sich nach den oben (2263) gesehenen Regeln wieder herstellen; aber von Jahr zu Jahr waren andere Unterschiede; die Sterne zwischen der Frühlingsnachtgleiche und der Winter Sonnenwende befanden sich näher bey dem Nordpole, und die entgegen gesetzten
hat.

hatten sich davon entfernt. . . . Sein Sector blieb fest zu Wansted, und er kam oft hin zu observieren. . . . bis 1747.

Viertens (§. 2285.): im Jahre 1732 war der Mondknoten bis zur Wintersonnenwende zurück gegangen: da schienen die Sterne bey den Aequinoctialkoluren ihre Declination nach der Präcession von 50" zu ändern. In den nachfolgenden Jahren minderte sich die Aenderung bis 1736, wo der aufsteigende Knoten in die Herbstnachtgleiche kam. Die Sterne bey den Sonnenwendkoluren änderten ihre Declination seit 1727 bis 1736 um 18" weniger als die Präcession von 50" erforderte; so daß der Weltpol oder die Erdaxe während dem halben Umlaufe der Mondknoten eine Schwankung von 18" gelitten.

Fünftens (§. cit.): im Jahre 1745, als die Knoten nach 18 Jahren in ihre erste Lage zurückgekommen waren, erschienen alle Sterne, in Ansehung der Vorrückung der Nachtgleichen, an denselben Oertern; man sah die nämlichen Erscheinungen, wie im Jahre 1727; und *Bradley* zweifelte nicht mehr, daß die Schwankung der Erdaxe davon die wahre Ursache sey.

Sechstens (§. 2286): um die Uebereinstimmung seiner Theorie mit den Beobachtungen zu zeigen, führt Herr *Bradley* eine große Anzahl derselben an, welche seit 1727 bis 1747 gemacht worden, über das γ und β des Drachens, das α der Cassiopeja, das τ des Perseus, das α des Perseus, das η des großen Bären und den 35. Stern des Giraffen, welche
in

in Ansehung der Kolure von sehr verschiedener Lage sind: und man sieht, daß nach allen Reductionen, welche nothwendig sind um alle Beobachtungen nach seinen Grundsätzen der Aberration und Nutation auf die nämliche Epoche zu bringen, er allezeit fast dasselbe Resultat bis auf 2 oder 3" findet; da man sonst für das γ des Drachens bis $56''\frac{1}{2}$ Unterschied fand. Zudem fanden sich von den 300 Beobachtungen, welche er über diesen Stern gemacht hatte, nur 11, welche von der mittlern Proportionale 2" abwichen.

Siebentens (§. 2287): die Beobachtungen, welche über die Sterne, die vom Zenith etwas weiter entfernt sind, gemacht worden, treffen etwas weniger überein: aber Herr *Bradley* bediente sich derselben nur beym Abgang der nähern: die Erfahrung hatte ihn schon seit langer Zeit gelehrt, daß die Beobachtungen der Sterne, welche die nächsten am Zenith sind, am besten untereinander übereintreffen.

Achtens (§. 2288): nach den Beobachtungen von 1740 und 1741 erschien der Stern η des grossen Bären 3" weiter vom Pole entfernt als er vermög der Beobachtungen von andern Jahren hätte erscheinen sollen. Herr *Bradley* glaubte, dieser Unterschied käme von besondern Ursachen, davon wir bald eine sehen werden (2297); er vermuthete auch, daß die Lage des Apogeons des Mondes einen Einfluß in die Nutation haben könnte; und lud die Geometer zu fernerer Untersuchung der Attraction ein.

Neuntens (§. 2290): die erste allgemeine Wirkung der Nutation ist, welches sehr leicht zubegreifen, die Veränderung der Schiefe der Ekliptik. Dieser Winkel vermehrt sich um $9''$, wann der aufsteigende Mondknoten im Widder ist; und vermindert sich um $9''$, wann der Knoten in der Wage ist. Die Schiefe der Ekliptik war im Jahre 1764, $23^{\circ} 28' 22''$; und im Jahre 1755 nur $23^{\circ} 28' 8''$.

Zehntens (§. 2292): die zweyte allgemeine Wirkung der Nutation ist die Ungleichheit der Vorrückung der Nachtgleichen; welche einen Einschluss in die Veränderung der Länge aller Gestirne hat, etc.

Eilftens (§. 2297): Herr *Bradley* hatte selbst bemerkt, dass einige Beobachtungen von der vorgetragenen Theorie abzuweichen geschienen hätten, und dass die Resultate der Beobachtungen des α der Cassiopeja und des η des grossen Bären, der Gleichheit etwas näher kämen, wenn man statt des kleinen um den Pol beschriebenen Zirkels eine Ellipse setzte, welche im Durchmesser nach der Richtung des Aequinoctialkolurs nur $16''$, und nach der Richtung des Solstitialkolurs $18''$ hätte. Jedoch da dieses nicht hinreichend war, die Ungleichheiten gänzlich verschwinden zu machen, verwies Herr *Bradley* die Bestimmung dieses Elements zur Theorie. Herr *d'Alembert* machet diese Ellipse viel enger (*Recherches sur la Précession des Equinoxes*); Herr Euler machet (*Hist. de l'Academie de Berlin 1749*) von dieser Ungleichheit keine Meldung; Herr Simpson giebt die Verhältniss der Axen, wie die vom Cosinus

nus des Winkels von $23^{\circ}\frac{1}{2}$ und dem Cofinus des gedoppelten: aus Herrn *d'Alemberts* formeln folget die von $9''$ zu $6'',7$ (2298. §.).

Vergleichen wir nun die machinische Hypothese mit den ersten bradleyischen Beobachtungen: so ist da nach der 4. Fig. der aufsteigende Mondknoten in F , und der wahre Weltpol in s . Dadurch sieht man erstlich ein, daß die Vorrückung der Nachtgleichen gröfser war als die mittlere. Denn bey der Präcession beschreibt der Weltpol um den Ekliptischen einen polargleichen Zirkel; und er ist stets da, wo der mit ihm vorrückende Aequinoctialkolor FCH des Zirkels Tangente ist, in unserm Falle in C ; so rücket er also in einer kleinen Zeit in diesem Kolor CF nach der Frühlingsnachtgleiche F zu, schon vermög der mittlern Präcession fort. Da dieses beym wahren Weltpol s auch vermög der Nutation geschieht: so wird durch diese dahier die Präcession vermehrt. Da zweytens der wahre Pol in s ist, und sich in dem kleinen Kreisse nach f zu bewaget: so ist in einer kleinen Zeit die Bewegung des Weltpoles nach der Richtung des Winterkolurs CW fast unmerklich; und im Frühlingskolor CF abnehmend: so hat dann die Bewegung der Sterne bey den Solstitialkoluren SCW der Vermehrung der Präcession entgegen zu seyn scheinen müssen. Da drittens der Weltpol sich doch etwas nach der Richtung des Winterkolurs CW gegen w bewaget hat: so haben auch diese Sterne bey den Solstitialkoluren, im Drachen und Giraffen die nämliche aber entgegengesetzte Veränderung der Declination leiden müssen; und

und noch vielmehr die beym Aequinoctialkolur, da die Vorrückung des Weltpoles nach der Richtung des Frühlingskolurs CF merklicher, ja am grössten war.

Die zweyten bradleyischen Beobachtungen lassen sich eben so erklären, wie die ersten; kommen mit diesen ganz überein. Indem der Weltpol da nach der Richtung des Frühlingskolurs CF noch stark obschon abnehmend fort rückte: so mußten die Sterne beym Aequinoctialkolur, folglich auch das η des grossen Bären grössere Veränderungen in der Declination leiden, als die mittlere Präcession erfordert; und die allenfalls zu machende Rechnung wird von dem beobachteten Unterschiede der Declination von $2''$ und dem der Präcession von $5''\frac{1}{2}$ wenig abweichen. Auch bey den Solstitialkoluren mußte eine Veränderung in der Bewegung der Sterne geschehen: weil sich der Weltpol nach dieser Richtung CW etwas zu bewegen geschienen.

Bey den dritten bradleyischen Beobachtungen rückte der Mondknoten zu der Winter Sonnenwende γ , und der wahre Weltpol zu dem Frühlingskolure CF immer näher hinzu: also mußten die Sterne zwischen diesen zweyen Koluren CF und CW sich nothwendig dem Pole immer näher und die entgegengesetzten davon weiter entfernt befinden.

Bey den vierten bradleyischen Beobachtungen war erstlich der aufsteigende Mondknoten schon bis zur Winter Sonnenwende γ , folglich der wahre Weltpol zu dem Frühlingskolur CF gekommen; und so mußte dieser in

Gerlach Bestimmung K

sei-

seiner scheinbarn Bewegung nach der Richtung des Aequinoctialkolurs FH nothwendig eine kurze Zeit still zu stehen und weder vor noch zurückzugehen scheinen; und die Bewegung der dasigen Sterne, die Veränderung ihrer Declination, nach der mittlern Präcession geschehen. So mußte auch nothwendig, da der Knoten bis zur Herbstnachtgleiche H, und der wahre Weltpol bis zum Winterkolure CW fort rückte, folglich in dem Aequinoctialkolure von *f* bis C sich zurück zu bewegen schien, die Präcession gemindert, immer kleiner als die mittlere von 50'' werden. Da ferner der Pol in der Zeit von 1722 bis 1736 sich von dem Sommerkolure CS bis zum Winterkolur CW, im halben Kreisse *sfw* herum bewege hatte; so mußte er nothwendig sich von den Sternen beym Sommerkolure um des Kreisses Durchmesser $sw = 18''$ entfernt, und denen beym Winterkolure soviel genähert haben.

Bey den fünften bradleyischen Beobachtungen war der wahre Weltpol wieder an seinem ersten Orte *s*, im Sommerkolure CS: so mußte nothwendig alles wieder erscheinen, wie das erstemal.

Die übrigen Artikel von 6. bis 11. erklären sich selbst. Nach dem sechsten hat Herr *Bradley* schon die Uebereinstimmung der machinischen Hypothese mit seinen Beobachtungen erkannt; und der achte und eilfte zeigen einige Abweichungen. Doch sieht man bey allen, wie sinnreich, vortrefflich, und übereinstimmend diese Hypothese ist.

121. §. Nun wollen wir auch sehen, ob unser oben gefundener Unterschied der Präcession mit dieser Hypothese und den bradleyischen Beobachtungen wirklich übereinstimme, nicht zufrieden mit dem, daß er es scheine (116. §.). Nehmen wir also die obige (§. cit.) Tafel der jährlichen Präcession vor Augen. Da ist nach einer mittlern Proportionale, die Präcession während dem Drachumlause erstlich grösser, hernach kleiner als die mittlere Präcession,

im 1	und	18 ^{ten}	Jahr	größer	8	Sekunden
— 2	—	17	—	—	6	—
— 3	—	16	—	—	4	—
— 4	—	15	—	—	2	—
— 5	—	14	—	—	0	—
— 6	—	13		kleiner	2	—
— 7	—	12	—	—	4	—
— 8	—	11	—	—	6	—
— 9	—	10	—	—	8	—

Im Anfange des ersten Jahrs des Drachumlau-
laufes ist der Drachenkopf in der Frühlings-
nachtgleiche bey dem ersten Grad des Widders
oder in dem letzten der Fische, wie er bey
den ersten bradleyischen Beobachtungen, im
Jahre 1727 war. Also stimmt dann der Unter-
schied der Präcession nach der Tafel mit der
Beobachtung überein; weil sie sowohl nach
der Tafel als nach der Beobachtung grösser
als die mittlere ist: und weil der Unterschied
nach der Tafel abnehmend ist; so muß die
Bewegung der Sterne der Wirkung der Ver-
mehrung der Präcession entgegen zu seyn schei-
nen, wie ebenfalls beobachtet worden.

Im zweyten Jahre des Drachumlaufes ist der Mondknoten, wie er bey den zweyten bradleyischen Beobachtungen, im Jahre 1728 war. Da nun nach der Tafel des Unterschieds der Präcession, diese, 6'' grösser als die mittlere ist; so stimmt sie wieder gar wohl mit den Beobachtungen überein. Da auch im dritten und vierten Jahre dieses Umlaufes noch ein Unterschied der Präcession, diese grösser als die mittlere ist: so stimmt auch dieses mit den dritten bradleyischen Beobachtungen überein.

In dem fünften Jahre des Drachumlaufes ist der Knoten in der Wintersonnenwende, wie er bey den vierten bradleyischen Beobachtungen, im Jahre 1732 war. Da nun nach der Tafel kein Unterschied der Präcession ist, und die Sterne bey der Beobachtung ihre Declination nach der mittlern Präcession änderten: so ist dann wieder Uebereinstimmung; wie auch in folgenden Jahren bis 1736, wo sich diese Aenderung minderte; wie sich auch die Präcession nach der Tafel mindert, immer kleiner als die mittlere wird, bis zu Ende des neuntes Jahres dieses Umlaufes, wo der Mondknoten in die Herbstnachtgleiche kommt. Nimmt man ferner alle Unterschiede der Präcession zusammen, welche 40'' betragen; so wird die dadurch veränderte Declination der Sterne nicht viel von 18'' auslassen, wenigstens fast 16'' ausmachen, indem $\sin(23^{\circ} 29')$. 40'' fast 16'' ist: welches dann wieder übereinstimmt; besonders auch mit den eilften Beobachtungen, wo 16'' besser thaten als 18''.

Auch

Auch mit den fünften bradleyischen Beobachtungen stimmen die Unterschiede der Präcession überein. Denn bis der Knoten von der Herbstnachtgleiche wieder in die Frühlingsnachtgleiche kommt, in 9 Jahren, nimmt die Präcession wieder so zu, wie sie in den vorhergehenden 9 Jahren abgenommen hat: und so müssen nothwendig alle Sterne wieder in die alte Lage kommen, wie sie dieselbe vor 18 Jahren, nach abgerechneter mittlern Präcession, hatten. Folglich stimmt dann unser Unterschied der Präcession ganz mit den bradleyischen Beobachtungen überein; auch mit der mechanischen Hypothese, da diese ebenfalls mit den Beobachtungen sehr übereinstimmt.

122. §. Noch ist zu erweisen: ob eine wirkliche Schwankung der Erdaxe ist; und ob diese so beschaffen, wie es Herr Machin erklärt. Wir haben (im 118. und 120. §.) schon anmerket, daß der Weltpol vermög der Präcession im polargleichen Zirkel um den Ekliptikpol, stets nach der Richtung des mit ihm beweglichen Aequinoctialkolurs als des Kreisses Tangente fortrücke. Dieses beweisen auch die

$$\text{Ausdrücke } QP = \frac{m \sin I \cos x \, dx}{M n n a}, \text{ und } FP = \frac{m \cos x \, dx}{M n n a} \text{ (in 101. §.): wo } QP : FP = \sin$$

$I : 1$; das heißt: die Bewegung des Aequators oder seiner Axe nach der Richtung des Declinationszirkels, des Frühlingskolurs, welcher durch die Nachtgleichen gehet, verhält sich zu der Vorrückung der Nachtgleichen in den

lerkleinsten Theilen, folglich auch im Ganzen; wie der Sinus des Neigungswinkels von der Ekliptik und dem Aequator, zum ganzen Sine. Wenn nun die Vorrückung der Nachtgleichen durch einen ganzen Zirkel, der Ekliptik, oder einen namhaften Theil derselben geschieht; so muß die von der Axe nothwendig durch den polargleichen Zirkel oder einen ähnlichen namhaften Theil desselben geschehen: indem sich dieser Kreis zur Ekliptik verhält, wie der Sinus des gefagten Neigungswinkels zum ganzen Sine. Allein da sieht man aus der ungleichen Vorrückung der Nachtgleichen, noch keine Schwankung der Erdaxe: diese wird sich auch nur ungleich bewegen, im polargleichen Zirkel, langsam, oder geschwinder, wie die Nachtgleichen in der Ekliptik, denen sie folgt. So wäre die beobachtete Schwankung nur scheinbar, vermög der angenommenen mittlern Präcession von 50'', die bald größer, bald kleiner als die wahre gewesen.

123. §. Jedoch wir haben oben (99. §.) gesehen, daß der Schwungpunkt der Erde E Fig. 3 stets eine nach dem Radiusvector der Mondbahn CO (dem Radius, welcher stets dem Monde in seiner Bewegung folgt) senkrecht gerichtete Kraft habe, folglich diese da in dem Schwungpunkte und auch der Erdaxe alle Augenblick eine eben so gerichtete Bewegung hervorbringe, welche $= QP = \frac{m \sin I \cos x dx}{M n n a}$ ist. Die Summe oder das Integrale hievon, nach-

nachdem der Mond in seiner Bahne einen Bogen $LO = nx$ zurückgelegt, ist $\frac{m \sin I \sin x}{M nna}$

(101. §.); und nachdem er einen Quadranten in seiner Bahne zurückgelegt, $\frac{m \sin I}{M nna}$ (§. cit.

und 102.); und, nachdem er einen Bogen vom Aequinoctialpunkte an zurückgelegt, $\frac{m \sin I (1 - \cos x)}{M nna}$; mithin nach einem halben

Monate $\frac{2 m \sin I}{M nna}$; und nach einem ganzen

$\frac{4 m \sin I}{M nna}$ (§. cit.); und zwar überall nach einer

Richtung, die senkrecht auf den Aequator, oder da, in E, F, N, G, B die Tangente des Declinationzirkels ist; und so auch bey der Erdaxe, die sich mit dem Schwungpunkte oder Aequator nach diesen Richtungen, nämlich in genannten Declinationzirkeln nothwendig mit bewegen, folglich in einem Monate einen kleinen Kreis um den Weltpol, den mittlern, wie in der machinischen Hypothese in einem Drachenjahre, oder wie dieser mittlere Weltpol in einem platonischen Jahre um den Ekliptikpol, aber umgekehrt, in die nachfolgenden Zeichen, gegen Morgen beschreiben muß; so daß sie oder der Erdpol stets drey Zeichen oder 90° gegen Morgen vom Monde entfernt ist. Man kann sich dieses deutlich an der künstlichen Erdkugel oder Himmelskugel, auch durch die vierte Figur vorstellen. Es sey da

z. B. der Mond mit seinem aufsteigenden Knoten γ in der Frühlingsnachtgleiche F, dem Frühlingskolure CF: so ist der Erdpol in dem kleinen Kreisse in s, im Sommerkolure CS, neben dem Zeichen des Krebses. Wie jener, der Mond, in seiner Bahne nun heraufsteiget und fortrücket; so rücket auch der Erdpol in seinem kleinen Kreisse fort: und wann jener in den Sommerkolur CS oder das Zeichen des Krebses ♋ kommt; so kommt dieser in den Herbstkolur CH, neben die Herbstnachtgleiche in h, u. f. f. Da werden wohl die Quadranten dieses kleinen Kreisses, deren jeder $\frac{m \sin I}{M n n a}$ ist, in gleichen Zeiten, in welchen nämlich der Mond einen Quadranten seiner Bahne zurücklegt, beschrieben; nicht aber die Theile derselben, welche nach dem ersten Ausdrucke $\frac{m \sin I \sin x}{M n n a}$ und $\frac{m \sin I (1 - \cos x)}{M n n a}$ sind; davon der erste von der größten Declination der Mondbahne, und der andere von dem Knoten dieser Bahne und des Aequators an gerechnet wird. Der erste wird also $\frac{m \sin I. 1}{M n n a. 2}$, wann $x = 30^\circ$, oder der Mond in seiner Bahne von der größten Declination an 30 Grade zurückgelegt hat; und der andere wird $\frac{m \sin I. 1}{M n n a. 2}$, wann $x = 60^\circ$, oder der Mond von gefagten Knoten an 60° zurückgelegt hat. Weil nun ein Quadrant des kleinen Kreisses $\frac{m \sin I}{M n n a.}$;
so

so ist $\frac{m \sin I. 1}{M n n a. 2}$ nothwendig ein halber, oder Octant. Rechnet man daher den Monat von gefagtem Knoten F an: so wird der erste Octant des kleinen Kreiffes sa von der Erdaxe in $\frac{360}{8} = \frac{1}{8}$ Monat, der zweyte ah in $\frac{1}{2}$, der dritte hb auch in $\frac{1}{2}$, der vierte bw wieder in $\frac{1}{8}$, der fünfte wd in $\frac{1}{8}$, der sechste df in $\frac{1}{2}$, der siebente fe in $\frac{1}{2}$, und der achte es wieder in $\frac{1}{8}$ Monat, folglich alle zusammen oder der ganze kleine Kreis in $(\frac{1}{8} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{8} =) 1$ Monat beschrieben. Also ist dann gewifs, dafs eine Schwankung der Erdaxe ist, und zwar geschieht diese erstlich in einem kleinen Kreisse gegen Aufgang, in welchem sie sich gefagtermassen ungleich geschwind in einem Monate herumschwinget.

124. §. Wie grofs ist nun wohl dieser kleine Kreis, in welchem sich die Erdaxe in einem Monate herumschwinget? Auch dieses ist schon im vorigen (123. §.) durch die Formeln ausgedruckt worden: er ist nämlich $\frac{4 m \sin I}{M n n a}$.

Dieser Ausdruck ist von der monatlichen Präcession $\frac{4 m}{M n n a}$ nur dadurch unterschieden, dafs er $\sin I$ bey sich hat, mit welchem dieser von der Präcession multipliciret werden mufs, um jenen zu bekommen. So darf man dann nur die schon gefundene monatliche Präcession mit $\sin I$ multipliciren, um die verlangte Peripherie des kleinen Kreiffes zu erhalten. Die schon gefundene monatliche Präcession in der

Mondbahne ist $6''$, III bey jeder Neigung (110. §.): diese muß erst nach der Verhältniß $6496:4000$ der Mondsmasse (114. §.) verkleinert; und hernach die verkleinerte, mit $\sin I$, multipliciret werden. Da ist dann bey jeder Neigung die verkleinerte und wirkliche monatliche Präcession

$$\frac{6'', \text{III. } 4000}{6496} = 3'', 762; \text{ und}$$

die Peripherie des kleinen von der Erdaxe monatlich beschriebenen Kreises

$$\text{Itens } \frac{47920. 3'', 762}{100000} = 1'', 803 \text{ bey } 28^\circ 38' \text{ Nei-}$$

gung

$$\text{2tens } \frac{39848. 3'', 762}{100000} = 1'', 499 - 23^\circ 29' -$$

$$\text{3tens } \frac{31454. 3'', 762}{100000} = 1'', 183 - 18^\circ 20' -$$

und ihre Durchmesser

$$\text{Itens } \frac{180,3}{314} = 0'', 574$$

$$\text{2tens } \frac{149,9}{314} = 0'', 477$$

$$\text{3tens } \frac{118,3}{314} = 0'', 377$$

welche wohl nicht zu merken seyn werden; folglich auch nicht die ungleiche Bewegung der Erdaxe in der kleinen Peripherie derselben. Man sieht da: bey kleinern Neigungen der Mondbahne ist die Peripherie des kleinen Kreises kleiner.

125. §. Vielleicht sind aber diese kleinen monatlichen Schwungkreise der Erdaxe keine
Zir-

Zirkel, sondern Ellipsen, oder andere länglichrunde Kreisse $fnhm f$, Fig. 4; woran der Bogen no , welcher dem Winkel nCo von 60° an der kleinen Axe Cn gegen über steht, dem Bogen oh , welcher dem Complemente, dem Winkel oCh an der grossen Axe Ch gegenüber steht, gleich ist? Denn so wäre doch, nachdem der Mond vom Knoten F bis Π , 60° fortgerückt, der wahre Weltpol auch durch einen Winkel nCo von 60° , von n bis o fortgerückt, und vom Monde wieder, wie im Anfang, drey Zeichen, oder einen rechten Winkel ΠCo entfernt: welches bey dem Zirkel nicht geschieht (123. §.) Ja! so sollten diese Kreisse unfehlbar beschaffen seyn, wenigstens beynahe; und genau so: daß des von der grossen Axe an gerechneten Bogens $fi =$

$$u \text{ Differentialgrösse } du = \frac{m \sin I \cos x dx}{M nna},$$

und des von der kleinen Axe an gerechneten

$$\text{Bogens } no = u \text{ seine } du = \frac{m \sin I \sin x dx}{M nna}$$

wäre (101-105. §.): so wäre nicht nur gesagte Entfernung des Mondes und wahren Weltpoles von drey Zeichen beständig; sondern es wäre auch der Mond vom wahren und mittlern Weltpol immer für gleichweit entfernt zu halten. Denn setzen wir, der Mond sey in F , folglich der wahre Weltpol in n : so ist da ein sphärisches Dreyeck CFn , welches in C einen rechten Winkel, und zur Seite Cn etwa eine halbe Sekunde hat (124. §.): was wird hernach für ein Unterschied seyn, zwischen dem Bogen
FC

FC und Fn? keiner. Freylich wäre die Seite Cn in der langrunden Figur veränderlich: aber setzen wir die größte, welches nie seyn wird, 1'': so wird doch kein Unterschied (der merklich ist) für genannte Bögen kommen.

126. §. Da wir schon das Integrale dieser Formel (123. §.) gegeben haben; so wollen wir dem zufolge hier noch hersetzen, daß bey diesem langrunden Kreisse jede Bögen fi und fn von der großen Axe angerechnet, sich wie die Sinus der Bögen der Mondbahne $\propto \chi$ und $\propto \psi$, welche vom Monde mit jenen in gleichen Zeiten sind beschrieben worden, verhalten; und die Bögen no , nh , von der kleinen Axe an, wie die Abscissen oder Quersine der mit ihnen in gleichen Zeiten vom Monde in seiner Bahne beschriebenen Bögen $\psi \Pi$, $\psi \Sigma$. Dieser letzte Satz von Abscissen erstreckt sich auch weiter auf größere Bögen, bis zum halben und ganzen Umkreisse; wenn man I so lang beständig annimmt. Nicht aber der erste Satz von den Sinen, davon der größte ein Quadrant ist.

127. §. Wie verhalten sich nun wohl die Axen, die große und kleine, dieses monatlichen langrunden Schwungskreisses der Erdaxe? Weil an diesem kleinen Kreisse der Bogen $no = oh$ seyn soll: so wollen wir erst, sie für gerade Linen annehmen; und on senkrecht auf die kleine Axe nm , = der Line CL (welche von der senkrechten ol bestimmt wird) = oh . Nun sey die halbe große Axe $Ch = 1$,
 Cl

$Cl = x$, und $Co = y$: so ist $ol = \frac{y}{2}$, weil der Winkel $oCl = 30^\circ$; und $lh = 1 - x$. Da $\overline{Co}^2 = \overline{ol}^2 + \overline{lC}^2$, und $\overline{oh}^2 = \overline{ol}^2 + \overline{lh}^2$ ist: so ist $y^2 = \frac{y^2}{4} + x^2$, oder $\frac{3}{4} y^2 = x^2$; und $\overline{oh}^2 = \frac{y^2}{4} + 1 - 2x + x^2 = x^2$, oder $\frac{y^2}{4} = 2x - 1$; mithin erstlich $y^2 = \frac{4x^2}{3}$

$$2^{\text{tens}} y^2 = 8x - 4;$$

$$\text{und } \frac{4x^2}{3} = 8x - 4;$$

$$x^2 - 6x = -3;$$

$$x = 3 - \sqrt{6} = 0,551;$$

und die kleine Halbaxe $nC = ol = \frac{y}{2} = \sqrt{(2x - 1)} = \sqrt{(1,102 - 1)} = \sqrt{(0,102)} = 0,3195$.

Da nun die Linen no und oh nicht gerad, sondern krumm sind, und oh mehr gebogen als no ist, wenigstens bey der Ellipse: so muß also bey dieser Krümmung des Kreisses, die kleine Halbaxe Cn gröfser als, $0,3195$ seyn.

Zweytens wollen wir uns vorstellen, dieser kleine Halbkreis fnh sey ein aus w als dem Mittelpunkte beschriebener Zirkelbogen, wovon also die sich einzubildenden Linen wh , wo , wn , die Halbmesser sind. Der Winkel oCh ist bekannt $= 30^\circ$ wir wollen die Verhältniß der Bögen ho und on suchen. In dem
sich

sich einzubildenden Dreyecke $w o C$ sind zwey Seiten $w C = 1$, $w o = \sqrt{2}$, und ein Winkel $w C o = 90^\circ + 30^\circ = 120^\circ$ bekannt: folglich läßt sich der Winkel $o w C =$ dem Bogen $n o = 22^\circ 15'$, und der Bogen $o h = n h - n o = 45^\circ - 22^\circ 15' = 22^\circ 45'$ finden: wo also $o h$, $30'$ gröfser als $n o$; $o h$ $15'$ gröfser als der halbe Bogen $\frac{n h}{2} = \frac{45}{2} = 22^\circ 30'$, und $n o$ soviel kleiner ist. Diese Verhältniß der Bögen $n o : o h = 22^\circ 15' : 22^\circ 45' = 89 : 91$ kommt unfern Rechnungen, vermög welcher sie gleich seyn sollten, ziemlich nahe. Die kleine Halbaxe da $n C$ ist $w n - w C = \sqrt{2} - 1 = 0,4142$; gröfser als das erstemal gefunden worden, als $0,3195$: wie es seyn soll. Es verhalten sich also diese zwey Axen $h f : m n = C h : C n = 10000 : 4142$. Sollte man um sie eine Ellipse beschreiben: so würde $C o$ gröfser werden, als bey beschriebenen Zirkelbogen $n o h$; folglich der Bogen $n o$ gröfser, und mit $o h$ gleicher werden. Wenn wir bey dieser Verhältniß der Axen bleiben; wie groß sind sie sodann, diese Axen oder Halbaxen $C h$, $C n$? Sie sind nothwendig ungleich, nachdem die Umkreisse sind, und verhalten sich, wie diese; mithin auch jeder Umkreis zu seinen Halbaxen, wie diese zwey Zirkelbögen $f n h$ und $h m f$, die aus w und s beschrieben worden, zu ihren Halbaxen $C h$ und $C n$. Diese aber sind der Sinus und Querfin (sin. vers.) des halben Bogens $n h$ von 45° , die grofse $h C$ der Sinus, und die kleine $C n$ der Querfin. Nun hält der Bogen von

45'

45°, 78540 solche Theile als die Sine haben, und sein Sin ist 70710, und sein Querfin 29290. Es verhalten sich also die Umkreisse $fnhm$, ihre groſſe fh und kleine Axe mn , wie 15708: 7071: 2929.

Demnach ſind bey der Mondbahne

Neigung	der Schwungkreiſſ	die groſſe	und kleine Axe
28° 38'	1'', 803	0'', 811	0'', 336
23 29	1, 499	0, 674	0, 297
18 20	1, 183	0, 532	0, 220

128. §. Noch wollen wir dieſen Bogen fnh Fig. 4 als eine halbe Ellipſe betrachten. Die groſſe Halbaxe Ch ſoll ſich zu der Abſciſſe Cl , wie der Sinus von 45° zu dem von 22° 15', das iſt wie 70710 zu 37865, oder wie 1 zu 0,5355 verhalten: da iſt der Reſt zur Abſciſſe $hl = 0,4645$; und in dem bey l rechtwinklichten Dreyecke loC , worin $C = 30^\circ$ iſt, die Seite $lo = 0,3091$. Iſt nun der Punkt o in der Ellipſe, oder lo die Halbordinate: ſo findet man die kleine Halbaxe $Cn = \sqrt{(lo \cdot Ch \cdot hl \cdot lf)} = \sqrt{(0,3091 \cdot 1^2 : 0,4645 \cdot 1,5355)} = 0,3091 : \sqrt{(0,4645 \cdot 1,5355)} = 0,3660$.

Dieſe Gröſſe fällt zwiſchen die zwey Beſtimmungen im 127. §. die da 0,3195 und 0,4142 ſind. Rectificiret man nun in dieſer Ellipſe, davon die Halbaxe $Ch = a = 1$, und die kleine $Cn = c = 0,3660$, den Bogen no , deſſen Abſciſſe $Cl = x = 0,5355$ iſt; ſo findet man ihn, no , da bey nahe $= 0,54$: und die Viertelellipſe noh rectificirt, iſt über 1,13
oder

oder 1,14 (*Wolfs* Analysis. 172.) ; mithin der Bogen $oh = 1,14 - 0,54 = 0,60$; und $no : oh = 54 : 60 = 27 : 30 = 9 : 10$; dieser oh um $\frac{1}{9}$ gröfser als no : welches allzuviel ist. Daher muß die kleine Halbaxe nC gröfser seyn als 0,366. Nimmt man sie so groß an , als beym Zirkelbogen im vorigen §. nämlich 0,4142 : so ist beynahe der rectificirte Bogen $no = 0,541$, und der Bogen $noh = 1,196$; folglich $oh = 1,196 - 0,541 = 0,655$, und der Unterschied zwischen no und oh , $\frac{1}{5}\frac{1}{4}\frac{1}{1}$ noch gröfser als der vorige. Allein hier ist die Halbordinate $lo = 0,3498$, gröfser als vorher, oder beym Zirkelbogen , wo sie 0,3091 ist. Darum ist der Bogen der Ellipse zwischen den zweyen Halbmessern CS und CG gröfser als no ($= 0,541$) ; und CG muß die Vierteilellipse nh beynahe in zwey gleiche Theile theilen, indem die Zirkelbögen no und oh schon so wenig abweichen. Demnach wäre die Verhältniß des elliptischen Schwungkreiffes der großen und kleinen Axe: 23920 : 10000 : 4142 ;

und bey der Mondbahne

Neigung	der ellipt. Kreiff	die große	und kleine Axe
28° 38	1", 803	0", 753	0", 312
23 29	1 , 499	0 , 626	0 , 259
18 20	1 , 183	0 , 494	0 , 204

Da diese Axen mit den obigen (127 §.) so nah übereinkommen , und die größte Differenz $0",811 - 0",753$ nur $0",058$ beträgt: so mag dieses bey einer solchen Kleinigkeit, Genauig-

nauigkeit genug seyn. Wie weit sie zu observiren, stehet zu erwarten. Unfehlbar ist diese letzte Verhältniß genauer als die erste (cit. §.); indem bey dieser Ellipse (Fig. 4) $Ch = a = 1$, $Cn = c = 0,4142$, $Co = y$, $ol = \frac{1}{2} y$, $Cl = \sqrt{(\frac{3}{4} y^2)}$,

$$\frac{1}{4} y^2 : c^2 = (a - \sqrt{(\frac{3}{4} y^2)}) . (a + \sqrt{(\frac{3}{4} y^2)}) : a^2 \\ = a^2 - \frac{3}{4} y^2 : a^2 ;$$

$$y^2 = \frac{4 a^2 c^2}{a^2 + 3 c^2} = \frac{4 . 17156164}{151468492} = 4,0,113265 ;$$

$$lo = 0,3365 ; lC = 0,5829 ;$$

mithin der Bogen no etwas größer als die Abscisse Cl oder $0,5829$, und sehr nahe die Hälfte vom ganzen noh oder $\frac{1,196}{2} = 0,598$.

129. §. Die große Axe dieses Schwungkreis (128. §.) richtet sich stets nach den Mondsknoten im Aequator; und die Größe beider Axen hat immer eine Beziehung auf die Sinus der Mondbahnneigung gegen den Aequator. Da diese nun mit der Vorrückung der Mondknoten in der Ekliptik sich stets verändern: so verändern sich damit auch gesagte Richtung und Größe der Schwungaxen. Ich setze daher folgende

T A B E L L E

von dem Orte der Mondsknoten im Aequator
und der Grösse seiner Bahnneigung ge-
gen den Aequator.

Aufsteigende Knoten			Bahnneigung geg. den Aequator.
in der Ekliptik	im Aequator		
0° 0' V	0° 0' V	28° 38'	
30 0 g. Ab.	5 28 g. Ab.	28 3	
60 0 —	10 3 —	26 25	
90 0 —	12 45 —	24 1	
120 0 —	10 3 —	21 21	
150 0 —	5 28 —	19 11	
180 0 —	0 0 V	18 20	
210 0 —	5 28 g. Morg.	19 11	
240 0 —	10 3 —	21 21	
270 0 —	12 45 —	24 1	
300 0 —	10 3 —	26 25	
330 0 —	5 28 —	28 3	
360 0 —	0 0 V	28 38	

In dieser Tabelle ist die Neigung der Mond-
bahne gegen die Ekliptik für beständig von
5° 9' angenommen, aber auf die Sekunden
nicht gesehen worden. In Minuten wird sie
wohl nicht fehlen, wie man sich durch die
sphärische Trigonometrie mittelst der Nach-
rechnung überzeugen kann: die Rechnung selbst
ist unten (144. §.) zu sehen. Wie der Dra-
chenkopf in der Ekliptik in die vorangehen-
den Zeichen oder gegen Abend nach und nach
bis 90° fortrücket: so rücket auch der Mond-
kno-

knoten im Aequator gegen Abend, aber sehr langsam, nach und nach bis $12^{\circ} 45'$ fort. Wie der Drachenkopf ferner noch durch einen Quadranten, bis 180° fortrücket: so rücket indessen der Knoten im Aequator wieder zurück in $o \varphi$, zum Anfange des Widderzeichens. Da der Drachenkopf den dritten Quadranten beschreibet: bewege sich der Knoten im Aequator, nach und nach durch $12^{\circ} 45'$ gegen Morgen, in die nachfolgenden Zeichen. Da endlich der Drachenkopf den vierten Quadranten zurücklegt: bewege sich dieser Knoten im Aequator wieder zurück zu $o \varphi$. Die Neigung der Mondbahne gegen den Aequator aber vermindert sich, während der Beschreibung des ersten halben Zirkels, oder der ersten Hälfte des Drachenjahres, nach und nach; und in der andern Hälfte vermehret sie sich wieder so nach und nach, wie man in der Tabelle sieht.

130. §. Solchergestalt (129. §.) schwingen sich die Axen des langrunden Schwungskreisses der Erdaxe, in einem Drachenjahre, durch einen Bogen von $2 (12^{\circ} 45') = 25^{\circ} 30'$ hin und her; so daß auf das erste Zwölftel Drachjahr $5^{\circ} 28'$ kommen; auf das zweyte $10^{\circ} 3' - 5^{\circ} 28' = 4^{\circ} 35'$; auf das dritte $12^{\circ} 45' - 10^{\circ} 3' = 2^{\circ} 42'$; auf das vierte, $2^{\circ} 42'$; auf das fünfte, $4^{\circ} 35'$; auf das sechste, $5^{\circ} 28'$; und so wieder nach und nach auf die übrigen. In einem Monate scwingen sich die Axen also durch einen kleinen Bogen; (während des ersten Zwölftheiles des Drachenjahres) etwa durch $16\frac{2}{3}'$; (während des

zweyten Zwölftheiles) durch $13\frac{3}{4}$; und (während des dritten) durch $8\frac{1}{10}$.

131. §. Man kann also (129. und 130. §.) von Zeit zu Zeit, von Monat zu Monat, ja von Tag zu Tag, die Lage der Axen des monatlichen Schwungskreiffes; wie auch die Mondbahnneigung gegen den Aequator, und aus dieser die Gröfse jener Axen; und aus des Mondes Orte im Aequator, seiner geraden Ascension, den Ort des wahren Weltpoles in dem kleinen Schwungskreiffe; mithin seine Entfernung vom mittlern Weltpole, und diese kleine monatliche Veränderung der Declination aller Sterne finden. Ob aber die grofsen Praktiker der Astronomie durch die Genauigkeit der Instrumente werden in Stand gesetzt werden, diese Kleinigkeit, wenigstens die monatliche Veränderung der Declination der Sterne nach der Richtung der grofsen Axe des Schwungskreiffes zu beobachten, ist zu erwarten.

132. §. Man könnte hier sagen: wenn die Erdaxe sich in einem solchen kleinen Kreiffe um den Pol bewaget: so rücket dieser in dem polargleichen Zirkel nicht fort? Allein dieses folget nicht: es ist ja allerdings möglich, dafs sich die Erdaxe, der wahre Weltpol um den mittlern in gefagtem kleinen Kreiffe herumbeuge, und dieser, der mittlere Weltpol, im polargleichen Zirkel stets fortrücke: es steckt ja kein Widerspruch darin: und es mufs auch wegen der ordentlichen Vorrückung der Nachtgleichen in der Ekliptik, und der beständigen Neigung dieser letztern gegen den Aequator,
die

die sich gefagtermassen monatlich nur wenig ändert, nothwendig geschehen. Auch könnte diese Neigung nicht so beständig seyn; wenn die Erdaxe sich nicht in dem kleinen Kreisse bewege. Darum ist dann beydes nothwendig, sowohl die Vorrückung des mittlern Weltpoles im polargleichen Zirkel, als dieser ihre kleine Schwingung um denselben.

133. §. Allein dieser kleine Kreis ist nicht der, welchen Herr Machin angiebt; auch nicht das, was Herr *Bradley* beobachtet hat: der mechanische Kreis und die bradleyische Beobachtung beziehen sich auf die Zeit eines ganzen Umlaufes des Drachenkopfes in der Ekliptik. Wir wollen also auch diesem folgen, ihn und seine Umstände betrachten. Wir haben schon oben (129. §.) gesehen: wie der Drachenkopf in der Ekliptik vorrückt; so verrückten sich die Mondknoten im Aequator, und seine Bahnneigung ändert sich. Dieses bringet also sowohl eine Veränderung in den kleinen monatlichen Schwungskreisen, als in der Vorrückung der Nachtgleichen und des mittlern Weltpoles hervor, wie wir ebenfalls schon gesehen haben. Geschieht aber die Vorrückung dieses Weltpoles beständig in dem polargleichen Zirkel; oder weicht dieser ab, so dafs er zwar meistens nahe dabey, und nur bisweilen hineinrückt? Gewifs ist es: wenn der Mond sich beständig in einer unverrückten Bahne von einerley Neigung z. B. der Ekliptik, bewege: so würden sowohl die kleinen monatlichen Schwungskreise der Erdaxe, als die Vorrückung der Knoten in dieser Bahne

und des mittlern Weltpoles im polargleichen Zirkel immer gleich seyn. Sollte aber diese Mondbahne in derselben Neigung im Aequator gegen Abend, in die vorangehende Zeichen, fortrücken; und nach einer gewissen Zeit, in 18-19 Jahren, einem Drachjahre, herum, wieder in die erste Lage kommen: so würde vermög der Vorrückung der Knoten in dieser Bahne, die in der Zeit einen Kreiſs beschreibet, der mittlere monatliche Weltpol, welcher dadurch nach der stets veränderlichen Richtung des Declinationzirkels des Knotens ebenfalls fortrückete, nothwendig auch einen kleinen Kreiſs um einen Punkt beschreiben, welchen ich den *drachjährigen mittlern Weltpol* nennen will; wovon also der monatliche Mittelweltpol der *wahre (drachjährige)* ist. Diesen kleinen drachjährigen Schwungkreiſs findet man; wenn man die monatliche durch den Sinus der Bahnneigung dividierte Präcession, oder die Peripherie des monatlichen (mittlern) Schwungkreiſses von $1'',499$ (124. §.) mit der Anzahl der während dem Drachjahre verfloſſenen Monate $13,37.18,6 = 248,7$ multipliciret; nämlich $248,7.1'',499 = 372'',8$, davon der Durchmesser $\frac{3}{2} \frac{7}{1} \frac{2}{4} \frac{8}{0} = 118'',7$ ist. Man kann sich dieses durch die vierte Figur vorstellen. Wenn darin der kleine Kreiſs *fwhs* der drachjährige Schwungkreiſs ist, und der Mondbahne Knoten erst in F und H sind: so muß der drachjährige Mittelweltpol in C und der wahre in s seyn. Rücket nun der eine Knoten von F in W, und der andere von H in S: so rücket indeſſen dieser wahre drachjährige Weltpol

pol, welcher der monatliche mittlere ist, von *s* in *f*, u. f. f. Es ist hier bey den Sachen der ähnlichen Benennungen immer eine Aehnlichkeit: ungeachtet da auch eine Unähnlichkeit ist; der monatliche wahre Weltpol sich gegen Morgen, und die andern sich gegen Abend in ihren Schwungskreisen bewegen, und der Mondbahne Knoten im Aequator, die Nachtgleichen aber in der Ekliptik fortrücken: jedoch rückt da der Aequator auch in der Mondbahne, obschon viel langsamer, fort.

134. §. Setzen wir nun noch, die vorher (133. §.) angenommene Mondbahne von einerley Neigung gegen den Aequator, bewege sich in diesem nicht ganz herum; sondern ihre Knoten rücken das erste Vierteldrachjahr, von den Nachtgleichen $12^{\circ} 45'$ weg; das andere Vierteldrachjahr, wieder hinzu; das dritte, auf der andern Seite wieder soviel hinweg; und das vierte, wieder hinzu, wie es bey der wirklichen Mondbahne von veränderlicher Neigung gegen den Aequator wirklich geschieht (129. §.): wie wird alsdann die Schwankung der Erdaxe beschaffen seyn? Da ist der Schluss aus dem vorigen §, und aus dem, daß der vorrückende Pol allezeit der Richtung des Declinationzirkels des Knotens folgt, leicht zu machen: wenn die Fortrückung der Knoten im Aequator gleichförmig geschieht, wie oben (cit. §.) gesetzt worden; so wird von Viertel zu Vierteldrachjahr nur ein Bogen des drachjährigen Schwungskreises beschrieben, welcher $12^{\circ} 45'$ hält, und doch dem Quadranten des obigen (cit. §.), als gerade Linen genommen

gleich ist. In dem doppelten Bogen von 2 ($12^\circ + 45'$) = $25^\circ 30'$ bewege sich der monatliche mittlere Weltpol in einem halben Drachenjahre auf der einen Seite des Frühlingskolurs, und im andern halben Drachjahre auf der andern Seite dieses Kolurs, und neben ihm (dem drachjährigen wahren Weltpole) der drachjährige mittlere im genannten Kolure immer fort. Man kann sich es durch die 5. Figur vorstellen. Da ist CF der Frühlingskolur, und im Anfange des Drachjahres der drachjährige Mittelweltpol in C, und der drachjährige wahre Weltpol in *n*. Dieser rückt sodann das erste Vierteljahr durch den Bogen *nf* fort in *f*; das andere Viertel, durch den Bogen *fm* in *m*; das dritte Viertel, fort in *k*; und das vierte Viertel in *o*; oder im letzten und ersten Viertel durch den Bogen *hnf*; im zweyten und dritten durch *fmk* u. s. f. und der drachjährige Mittelweltpol C darneben in *f*, *a*, *k*, *d*, u. s. f. Der Durchmesser des ganzen Zirkels, wovon $fnh = fmk$ der Abschnitt (Segmentum) ist, wäre daher $118'', 7$. $90^\circ : 12^\circ 45' = 837'', 9$, und dieses Segments oder Bogens $fnh = 25^\circ 30'$ Sehne $fh = 185''$; und die halbe $Cf = 92, 5$; und der Quersinus $Cn = 10'', 3$. Dieser Drachenkreis *nfmk* *o* ist also schlangenförmig, und verdienet auch aus dieser Ursache seinen Namen: und sein Mittelweltpol C, welcher der grossjährige wahre, gleichwie der Ekliptik Pol der grossjährige mittlere ist, rückt dabey in dem polargleichen oder platonischen grossjährigen Schwunkreise, davon HF ein kleiner Theil ist, wirklich

lich stets fort; in einem Drachenjahre durch $Cd = 2.185'' = 370'' = 6' 10''$; auch in kleinern gleichen Zeittheilen durch gleiche Räume; gleichwie der wahre Drachenpol im Schlangenkreise $nfmk o$, in gleichen Zeiten, durch gleiche Räume fortrücket.

135. §. Wie geschieht nun endlich die Schwankung der Erdaxe, oder die Vorrückung des wahren Drachpoles bey unserer wirklichen Mondbahne, deren Knoten im Aequator von den Nachtgleichen mit ungleicher Geschwindigkeit hinweg, und wieder hinzurücken, und davon die Neigung veränderlich ist? Da die Vorrückung dieses Weltpoles stets nach der Richtung des Declinationzirkels der Knoten geschieht; so muß sie hier nothwendig eben so geschehen, wie im vorigen 134. §. erklärt worden: der mittlere Drachenpol muß im Frühlingskolure CF ; und der wahre im Schlangenkreise $nfmk o$ von gesagten Graden, aber wegen veränderlicher Neigung der Mondbahne und wegen ungleicher Geschwindigkeit der Knotenbewegung, auch mit ungleicher Geschwindigkeit fortrücken. Ist der Knoten im Aequator zu Anfang des Drachjahres, ein Grad von der Nachtgleiche weggerücket: so ist auch der wahre Drachenpol in seiner Bahne nf , von n , ein Grad weggerücket; und 2 Grad, wenn jener 2 Grade weggerücket ist; u. s. f. Der mittlere Drachpol rücket im Kolure CF immer gleich geschwind fort; und kommt darin alle Halbdrachjahr, wann die Mondknoten in der Ekliptik die größte Declination haben, mit

dem wahren zusammen; kann also wegen bekannter mittlern Präcession leicht gefunden werden.

136. §. Die Grösse dieses wirklichen Schlangenkreis (135. §.) zu finden: multipliciret man erstlich des Drachjahres Anzahl von gemeinen Jahren 18,6 mit der beobachteten jährlichen mittlern Präcession $50'',33$; so ist das Produkt $936'',14$ die Drachjährige; und diese mit dem Sinus $0,39848$ von $23^\circ 29'$ multiplicirt, giebt $373'',0 = 6' 13''$ für den Weg Cd der drachjährigen Fortrückung des mittlern Drachpoles. Des halben Drachkreisses hnf Sehne hf ist daher $3' 6'',5 = 186'',5$; und die halbe $hC = 93'',25$. Diese mit der Tangente $0,11171$ des Bogens $\frac{nf}{2} = 6^\circ 22',5$ multiplicirt, giebt des halben Drachkreisses hnf Höhe $Cn = 10'',4$. Man kann diese auch (nach 134. §.) durch folgende Proportion finden:

$$370 : 373 = 10'',3 : Cn;$$

wo $Cn = 10'',4$ wird, wie vorher.

137. §. Da (136. §.) sehen wir, wieviel der Schlangenkreis, der Weg des wahren Drachpoles, von dem grossjährigen Schwungkreisse oder polargleichen Zirkel, dem Wege des mittlern Drachpoles oder wahren grossjährigen von Viertel zu Vierteldrachjahr, abweicht: jener ist nämlich von diesem, und so auch der wahre Drachpol n von dem mittlern C , zu Anfang des Drachjahres in dieses seinem Sommerkolure nach der Sommer Sonnen-

wen-

wende zu, um $nC = 10'',4$ entfernt; nach dem ersten Vierteldrachjahre ist jener f von diesem f um $ff = 0$ entfernt; und nach dem zweyten Viertel ist jener m von diesem a , in dieses seinem Winterkolure nach der Winter-sonnenwende zu um $ma = 10'',4$ entfernt; u. s. f. Nach jedem solchen Vierteljahre ist also dieser wahre Weltpol von dem mittlern, nach der Richtung des Aequinoctialkolurs gar nicht entfernt; und nach der Richtung des Solstitialkolurs, 2mal im Drachenjahre, $10'',4$; und 2mal gar nicht.

138. §. So kann man auch finden, wieviel diese Schlangenbahne von dem grofsjährigen Schwungskreise, in kleinern Theilen des Drachjahres abweicht. Wir wollen diese Abweichung von Zwölftel zu Zwölftel dieses Jahres, so oft nämlich der Drachenkopf in der Ekliptik ein Zeichen fortrücket, suchen. Wir haben schon vernommen: wie der Mondknoten im Aequator mit dem Drachenkopfe fortrücket; so rücket auch der wahre Drachpol in seiner Bahne fort (135. §.): nämlich während Zurücklegung des ersten Zeichens, der Fische vom Drachenkopfe, leget dieser Pol einen Bogen ne von $5^\circ 28'$; während Zurücklegung des zweyten Zeichens, des Wasserman-nes, einen Bogen $eg = 10^\circ 3' - 5^\circ 28'$ von $4^\circ 35'$; und während Zurücklegung des dritten Zeichens, des Steinbockes, einen Bogen $gh = 12^\circ 45' - 10^\circ 3'$ von $2^\circ 42'$ zurück (weil die Figur nCh die Figur nCf decken kann). Bey dem andern Viertel der Bahne fm , welches hn ebenfalls decket, legt während Be-
schrei-

schreibung des vierten Zeichens, des Schützes, vom Drachenkopfe, der wahre Drachpol einen Bogen hg von $2^{\circ}42'$ zurück; und so fort bey den folgenden Zeichen, die Bögen ge , en , von $4^{\circ}35'$ und $5^{\circ}28'$; u. s. w. Da ist also nach dem vom Drachenkopfe zurückgelegten ersten Zeichen der wahre Drachpol der Bahne seines mittlern Poles, um den Querfin des Bogens ne von $5^{\circ}28'$ nämlich um $ns = 1'',922$ näher gerückt (wie man aus dem bekannten Bogen hnf von $25^{\circ}30'$ und seiner Sehne $hf = 186'',5$ und dem daher gefundenen Halbmesser des Zirkelkreisses von $422'',53$ findet (136. §.)); nach dem zweyten Zeichen um des Bogens ng von $10^{\circ}3'$ Querfin $nl = 6'',486$; nach dem dritten Zeichen um des Bogens $nf = nh$ von $12^{\circ}45'$ Querfin $nC = 10'',419$: und so ist er in der Bahne des mittlern Drach- oder wahren platonischen Weltpoles selbst, nämlich in f . Alsdann rückt er, der wahre Drachpol auf der andern Seite, gegen die Winterionnenwende davon; nach jeden Zeichen soviel, als die vorigen Suplemente $gi = Cl = nC - nl = 3'',933$ und $er = Cs = nC - ns = 8'',497$, austragen; nämlich nach dem vierten Zeichen um $ig = 3'',933$, und nach dem fünften um $re = 8'',497$, und nach dem sechsten um $Cn = 10'',419$. Bey der folgenden Hälfte des Drachjahres geschieht das nämliche, wie bey der ersten.

139. §. Nun wollen wir auch sehen, wie die vom wahren Drachpol n auf des mittlern Bahne gelassene Perpendikulare nC mit ihm in die-

dieser Bahne fortrücke. Die Räume dieser Bewegung sind im ersten Vierteljahre, nach der Ordnung der vom Drachenkopfe zurückgelegten drey Zeichen, des Bogens ne von $5^{\circ} 28'$ Sinus $se = Cr = 40'', 250$, des Bogens ng von $10^{\circ} 3'$ Sinus $lg = Ci = 73'', 731$, und des Bogens $nh = nf$ von $12^{\circ} 45'$ Sinus $Ch = Cf = 93'', 250$. Im andern Vierteldrachjahre sind es ebenfalls nach der Ordnung genannter Zeichen die Supplemente der vorigen, nämlich $hi = Ch - iC = 19'', 519$, $hr = Ch - rC = 53'', 0$, und $hC = fa = 93'', 25$. Bey der andern Hälfte des Drachjahres bleiben die nämlichen Räume.

140. §. Wir wollen auch die vom mittlern Drachpole in seiner Bahne zurückgelegten Räume mit jenen (139. §.) vergleichen. Diese sind wie die Zeiten, folglich von gleichen Zeiten alle gleich; und während der Zurücklegung eines Zeichens vom Drachenkopfe $\frac{Cf}{3} = \frac{93'', 25}{3} = 31'', 083$; nach zweyen $\frac{2Cf}{3} = 62'', 166$; und nach dreyen $Cf = 93'', 25$.

Die vorigen drey im ersten Vierteldrachjahre (cit. §.) $Cr = 40'', 250$, $Ci = 73'', 731$, und $Ch = 93'', 250$ mit diesen verglichen lassen folgende Reste:

- 1) $40'', 250 - 31'', 083 = 9'', 167$
- 2) $73, 731 - 62, 166 = 11, 565$
- 3) $93, 250 - 93, 250 = 0, 000$;

um

um welche der wahre Weltpol geschwinder vorrückt, als der mittlere.

Die im andern Vierteldrachjahre (cit. §.) $h_i = 19'', 519$, $h_r = 53'', 0$, und $h_C = 93'', 25$ mit den hiefigen verglichen lassen folgende Unterschiede:

$$\begin{aligned} 1) & 31'', 083 - 19'', 519 = 11'', 564 \\ 2) & 62, 166 - 53, 000 = 9, 166 \\ 3) & 93, 250 - 93, 250 = 0, 000; \end{aligned}$$

um welche der mittlere Weltpol geschwinder fortrückt, als der wahre. Ich setze daher noch eine

T A B E L L E

von der Fortrückung des wahren Weltpoles von Zeichen zu Zeichen, rückwärts genommen nach der Ordnung, wie der Drachenkopf fortrückt, und dem Unterschiede der wahren und mittlern Fortrückung.

Zeichen,	Fortrückung,	Unterschied
1. —	$40'', 250$	$- 9'', 167 = 31'', 083$
2. —	$33, 471$	$- 2, 388 = —$
3. —	$19, 519$	$+ 11, 564 = —$
4. —	$19, 519$	$+ 11, 564 = —$
5. —	$33, 471$	$- 2, 388 = —$
6. —	$40, 250$	$- 9, 167 = —$

Die nämliche ist auch für die andere Hälfte des Drachenjahres. Zweymal wird da in einem solchen halben Jahre die wahre Fortrückung im Aequinoctialkolure, der mittlern gleich; nämlich nach dem Ende des zweyten und

und vor dem Ende des fünften Zeichens: zweymal ist sie da auch am größten, nämlich im ersten und sechsten Zeichen: und zweymal am kleinsten, im dritten und vierten Zeichen.

Die ganze Fortrückung genommen; so ist der wahre Weltpol vor dem mittlern am meisten voraus, nachdem zweyten Zeichen des ersten und dritten Vierteldrachjahres; und am meisten hinter ihm zurück, nach dem ersten Zeichen des zweyten und vierten Vierteldrachjahrs: und beide Pole treffen am Ende eines jeden Vierteldrachjahres nach der Richtung der mittlern Bahne zusammen.

141. §. Es fällt hier einem etwa ein: vielleicht ist der Bogen größer, um welchen der Mondknoten im Aequator von der Nachtgleiche wegrücket? und so wären diese Rechnungen alle unrichtig. Allein zeigt die Tabelle im 129. §. nicht die schönste Ordnung? Wo sollte dieser Bogen größer seyn? Wann der Drachenkopf in der Ekliptik über 90° , oder weniger als 90° fortgerücket? Was wäre hierin nun für eine Ordnung? Da der Knoten im Aequator wieder in der Nachtgleiche seyn muß, wann der Drachenkopf 180° davon gerücket ist. Zudem weisen auch die aufgesetzten Formeln, nach welchen man rechnet, jenen Bogen der Abweichung des Knotens im Aequator von der Nachtgleiche zu finden, daß dieses Bogens Cotangente wächst oder abnimmt, wenn $\frac{\cos}{\sin}$ des Bogens der Fortrückung

ckung des Drachenkopfes wächst oder abnimmt. Folglich ist er am grössten, wenn seine Cotangente $= 0$ ist: welches also nur seyn kann, wann der Bogen des Drachenkopfes $= 90^\circ$; weil da $\frac{\cos}{\sin} = 0$ ist.

142. §. Da nun unsere hiesigen Pole von Viertel zu Vierteldrachjahr nach der Richtung der mittlern Bahne, des grossjährigen Schwunkreisses zusammen kommen, und dieser Ort für eines dieser Viertel von den Astronomen leicht bestimmt werden kann; und die mittlere Präcession oder Vorrückung dieses mittlern Poles sicher bekannt ist; daher auch, wieviel der wahre Weltpol, von Zeichen zu Zeichen, wodurch sich der Drachenkopf bewegt, nach der Richtung des Solstitialkolurs von der mittlern Bahne abweicht (138. §.); wie auch von dem bestimmten Orte, wo beide Pole zusammen gekommen, nach der Richtung des Aequinoctialkolurs: so kann dann so die wahre Declination der Sterne leicht und sicher gefunden werden; wie einsichtige Astronomen erkennen werden, denen ich dieses überlasse. Noch will ich daher setzen eine

T A F E L

wie der wahre Weltpol von dem mittlern, nach der Richtung der Kolure abweicht, von Zeichen zu Zeichen, nach der Ordnung, wie sich der Drachenkopf, vom Anfange des Drachenjahres an, dadurch beweget.

Zeichen	Abweichung des wahren Poles	
	nach dem Solstitialkolure	und dem Aequinoctialkolure
0	+ 10", 419	— 0", 000
1	+ 8 , 497	+ 9 , 167
2	+ 3 , 933	+ 11 , 565
3	+ 0 , 000	+ 0 , 000
4	— 3 , 933	— 11 , 565
5	— 8 , 497	— 9 , 167
6	— 10 , 419	— 0 , 000
7	— 8 , 497	+ 9 , 167
8	— 3 , 933	+ 11 , 565
9	— 0 , 000	+ 0 , 000
10	+ 3 , 933	— 11 , 565
11	+ 8 , 497	— 9 , 167
12	+ 10 , 419	— 0 , 000

Diese Tafel folget aus den vorigen Sätzen (138-140. §.). 0, oder der Anfang der Zeichen wird von 0° des Widders oder 30° der Fische angerechnet: das erste ist sodann das Zeichen der Fische; das zweyte, des Wassermannes, u. f. f. Das Zeichen + bey dem Solstitialkolure zeigt an, daß der wahre Weltpol da gegen die Sommer Sonnenwende zu abweiche; und das Zeichen —, daß er da auf der

Gerlach Bestimmung M an-

andern Seite, nach der Wintersonnenwende zu abweiche. Das Zeichen $+$ beym Aequinoctialkolure bedeutet, daß der wahre Weltpol da dem mittlern vorgehe, näher bey der Frühlingsnachtgleiche sey, als dieser; und das Zeichen $-$, daß er da diesem, dem mittlern, nachgehe, weiter von der Frühlingsnachtgleiche sey, als dieser. Durch den Schlangenkreis kann man sich dieses alles deutlich vorstellen: man darf daran nur jedes Viertel in drey solche Theile theilen, wie schon gesagt; und die halbe Sehne hC in drey gleiche Theile. Das erste und letzte Vierteldrachjahr ist also der wahre Weltpol nach der Richtung des Solstitialkolurs auf der Seite der Sommersonnenwende; und das zweyte und dritte Viertel, auf der Seite der Wintersonnenwende. Nach der Richtung des Aequinoctialkolurs ist er das erste und dritte Viertel voran, auf der Seite der Frühlingsnachtgleiche; und das zweyte und vierte Viertel, zurück, auf der Seite der Herbstnachtgleiche.

143. §. Soll ich noch mehr Folgen daher setzen, z. B. 1) daß der Stern im Sommerkolure, welcher zu Anfang des Drachjahres beobachtet worden, nach verfloßenem ersten Zeichen seine Declination um $1'',922$ vergrößert; nach 2 Zeichen, um $6'',486$; nach 3 Zeichen, um $10'',419$; nach 4 Zeichen, um $14'',352$; nach 5, um $18'',916$; nach 6, um $20'',838$; hernach wieder mindert, daß seine Declination nach verfloßenen 7 Zeichen $18'',916$ ist; nach 8 Zeichen, $14'',352$; nach 9 Zeichen $10'',419$; nach

nach 10 Zeichen $6'',486$; nach 11 Zeichen $1'',922$; nach 12 Zeichen $0'',000$?

2) Dafs das Widerspiel bey dem Sterne im Winterkolure geschehe: welcher erst seine Declination so vermindert; und hernach vermehret?

3) Dafs dahier (in 1. und 2.) der Stern, von Zeichen zu Zeichen, seine Declination folgender Gestalt verändere; nach dem ersten, um $1'',922$, wie schon gesagt; nach dem zweyten, um $4'',564$; nach dem dritten, um $3'',933$; nach dem vierten wieder um $3'',933$; nach dem fünften, um $4'',564$; nach dem sechsten, um $1'',922$; ferner rückwärts, nach dem siebenten, wieder um $1'',922$; nach dem achten, um $4'',564$; nach dem neunten, um $3'',933$; nach dem zehnten, um $3'',933$; nach dem elften, um $4'',564$; und nach dem zwölften, um $1'',922$?

4) Dafs der Stern im Herbstkolure, welcher zu Anfang des Drachjahrs beobachtet worden, nach einem verfloffenen Zeichen, seine Declination um $9'',167$ vermehre; nach zweyen, um $11'',565$; und nach dreyen, seine erste Declination wieder erhalte; folglich währendem 3^{ten} Zeichen, wieder so viel zurück gehe; und nach 4 Zeichen die Declination $11'',565$ mindere; nach 5 Zeichen $9'',167$; und nach 6 Zeichen $0'',000$, oder sich wieder in dem alten Orte, beym mittlern Weltpole befinde; u. s. f. durch die andere Hälfte des Drachjahrs?

5) Dafs das Widerspiel vom vorigen (in 4.) bey dem Sterne in dem Frühlingskolure ge-

schehe; welcher anfangs seine Declination so vermindert, und hernach vermehret?

6) Dafs der Unterschied der Declination eines Sternes im Aequinoctialkolure, bey seinen Beobachtungen zu Anfang des Drachjahres und nach dem 7. Zeichen, $9'', 167$ betrage; bey seinen Beobachtungen zu Anfang dieses Jahres und nach dem 8. Zeichen, $11'', 565$; zu Anfang und nach dem 9. Zeichen, $0'', 000$; zu Anfang und nach dem 10. Zeichen, $11'', 565$; u. s. f. Bey den Beobachtungen nach dem ersten und zweyten Zeichen $11'', 565 - 9'', 167 = 2'', 398$; bey denen nach dem ersten und dritten, $9'', 167$; bey denen nach dem ersten und vierten $9'', 167 + 11'', 565 = 20'', 565$; bey denen nach dem ersten und fünften $2 \cdot 9'', 167 = 18'', 334$; bey denen nach dem ersten und sechsten, $9'', 167$; bey denen nach dem ersten und siebenten, $0'', 000$; bey denen nach dem ersten und achten $11'', 565 - 9'', 167 = 2'', 398$; bey denen nach dem ersten und neunten, $9'', 176$; bey denen nach dem ersten und zehnten, $20'', 565$; bey denen nach dem ersten und eilften, $18'', 334$; bey denen nach dem ersten und zwölften, $9'', 167$; bey denen nach dem ersten im ersten, und ersten im andern Jahre, $0'', 000$; u. s. f. von andern Zeichen?

Allein ich lasse solche und dergleichen mehrere Folgen den praktischen einsichtigen Astronomen zu machen über. Nur will ich noch diese Theorie mit den bradleyischen Beobachtungen über die Schwankung der Erdaxe vergleichen.

144. §. Um diese Vergleichung leichter anzustellen, und der Kenntniss willen, muß ich zuvor noch ein Paar Tabellen daher setzen, die erste

T A F E L

von den Oertern der Mondknoten in der Ekliptik und dem Aequator, und des wahren, drachjährigen, Weltpoles in den Koluren.

Oerter der Knoten in		Oerter des wahren Poles im	
der Ekliptik	dem Aequat.	Aequinoctialkol.	Solstitialkolur
0° V	0° 0' V	0", 00	10", 42
10 g. Ab.	1 53 g. Ab.	13 , 88	10 , 40
20 —	3 43 —	27 , 39	9 , 53
30 —	5 28 —	40 , 25	8 , 50
40 —	7 8 —	52 , 47	7 , 16
50 —	8 40 —	63 , 67	5 , 59
60 —	10 3 —	73 , 73	3 , 93
70 —	11 13 —	82 , 19	2 , 35
80 —	12 7 —	88 , 69	1 , 01
90 —	12 45 —	93 , 25	0 , 00

Diese Tafel ist genauer als die obigen; sie geht von 10 zu 10° der Bewegung des Drachenkopfes in der Ekliptik: welche Zeit bey nahe ein halbes gemeines Jahr und $6\frac{2}{9}$ Tage in sich begreift. Da sieht man also von dieser Zeit zu Zeit, wo der Mondknoten im Aequator, und der wahre, drachjährige, Weltpol in seiner Schlangenbahne ist; wieviel dieser von der Bahne des mittlern Weltpoles abge-

wichen, und vermög der von ihm darauf gefällten Perpendikularline, darin fortgerücket. Von dem Punkte an, worin diese Perpendikulare die mittlere Bahne zu Anfang des Drachjahres schneidet, wird die Fortrückung des wahren Poles, gegen die Frühlingsnachtgleiche zu, im Aequinoctialkolure, das erste Vierteldrachjahr gerechnet: denn im Anfang dieses Jahres ist er, der wahre Pol, im Sommerkolure, von jenem $10'',419$, oder kürzer, $10'',42$ entfernt, wie wir schon vernommen, und hier die Tafel weist.

Diese Tafel gilt auch für das zweyte Vierteldrachjahr oder den zweyten Quadranten der Bewegung des Drachkopfes. Da denkt man sich in ihrer ersten Columnne oder Spalte bey 90° des ersten Quadranten, 0° des zweyten; bey 80° des ersten, 10° des zweyten, u. s. f. Da sieht man dann in der zweyten Spalte, wie der Mondknoten im Aequator, sich das zweyte Vierteldrachjahr, der Frühlingsnachtgleiche wieder nähert. Bey der dritten Spalte muß man zu Anfang dieses zweyten Vierteljahrs den Punkt im Aequinoctialkolure, von welchem man rechnet, wie die Tafel weist, nämlich $93'',25$ weiter gegen die Frühlingsnachtgleiche zu, als der wahre Pol wirklich ist, gedenken: alsdann weist sie, diese Columnne, wieviel er stets davon entfernt ist. Oder will man von dem Orte an rechnen, wo dieser Pol sich im Anfang des zweyten Vierteldrachjahrs befindet; so muß man die Unterschiede der dritten Spalte nehmen: welche sind:

$0'',00$;

0'',00 ; 4'',56 ; 11'',06 ; 19'',52 ; 29'',58 ;
40'',78 ; 53'',00 ; 65'',86 ; 79'',37 ; 93'',25.

Da ist zu Anfang dieses Vierteljahrs der Ort dieses Poles im Aequinoctialkolure, 0'',00; nach 10° der Bewegung des Drachenkopfs 4'',56, von dem ersten entfernt; u. f. f. Beym zweyten Vierteldrachjahre zeigt die vierte Columne der Tafel, wie sich der wahre Weltpol von der Bahne des mittlern nach und nach entfernt, gegen den Ekliptikpol oder die Winter-sonnenwende zu.

Auch gilt diese Tafel bey dem dritten und vierten Quadranten oder Vierteldrachjahre. Bey dem dritten ist alles wie bey dem ersten; außer daß der wahre Weltpol auf der Seite der Winter-sonnenwende ist; wo er bey dem ersten auf der Sommer-sonnenwende Seite war: und bey dem vierten Quadranten ist alles, wie bey dem zweyten; außer daß der wahre Weltpol da auf der Sommer-sonnenwende Seite ist; wo er bey dem zweyten auf der Winter-sonnenwende ihrer war.

Die erste Columne der Tafel ist angenommen; und die zweyte, vermög der allgemeinen, vom *Freyherrn Wolf* gefundenen Regel der sphärischen Trigonometrie mittelst der sechsten Figur und folgenden Formeln berechnet worden. In dieser Figur bedeutet *BCd* die Ekliptik; *BD bd*, den Aequator; *B* die Frühlingsnachtgleiche; *b*, die Herbstnachtgleiche; *ADC*, und *cad*, veränderliche Bögen der Mondbahne; *C*, den Drachenkopf, wann er der Frühlingsnachtgleiche näher als 90° ist; *c* den Drachenkopf, wann er der Herbstnachtgleiche näher als 90° ist; *D*, den Mondkno-

ten im Aequator beym ersten Falle; und d , diesen Knoten, beym andern Falle. Hier sind die Winkel $C = c = 5^\circ 9'$, $DBC = 23^\circ 29'$, $dcB = 156^\circ 31'$, beständige Gröſſen; BC und bc angenommene von 0° , 10° , 20° , u. f. f. und die Bögen BD und bd (wie auch die Winkel ADB und adb für die Tabelle in 129. §.) die zu findenden. Wenn demnach die Bögen BA und ba in A und a rechte Winkel mit CA und ca machen: so entstehen diese Formeln:

$$\sin AB = \sin C. \sin CB : r$$

$$\cot ABC = r. \cos CB : \cot C$$

$$ABD = ABC - DBC$$

$$\cot DB = r. \cos ABD : \tan AB$$

$$\cos BDA = \sin ABD. \cos AB : r$$

Diese Formeln gelten auch bey den Drey-ecken mit den kleinen Buchstaben $abcd$, wenn man diese statt der groſſen ſetzt; auſer daſs dahier $abd = dbc - abc$ iſt. Ich ſetze die ganze Recknung daher, um leichter nach zu rechnen und ſich zu überzeugen.

$\sin AB = \sin C. \sin CB : r$ $C = 5^\circ 9'$		$\sin AB = 8.1927698$ $AB = 0^\circ 54'$
$CB = 0^\circ$		$CB = 20^\circ$
$\sin C = 8.9530996$ $\sin CB = 0.$		$\sin C = 8.9530996$ $\sin CB = 9.5340517$
$\sin AB = 0.$ $AB = 0$		$\sin AB = 8.4871513$ $AB = 1^\circ 46'$
$CB = 10^\circ$		$CB = 30^\circ$
$\sin C = 8.9530996$ $\sin CB = 9.2396702$		$\sin C = 8.9530996$ $\sin CB = 9.6989700$
		$\sin$

$$\begin{aligned} \sin AB &= 8.6520696 \\ AB &= 2^\circ 34' \end{aligned}$$

$$CB = 40^\circ$$

$$\begin{aligned} \sin C &= 8.9530996 \\ \sin CB &= 9.8080675 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sin AB &= 8.7611671 \\ AB &= 3^\circ 18' \end{aligned}$$

$$CB = 50^\circ$$

$$\begin{aligned} \sin C &= 8.9530996 \\ \sin CB &= 9.8842540 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sin AB &= 8.8373536 \\ AB &= 3^\circ 56' \end{aligned}$$

$$CB = 60^\circ$$

$$\begin{aligned} \sin C &= 8.9530996 \\ \sin CB &= 9.9375306 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sin AB &= 8.8906302 \\ AB &= 4^\circ 27' \end{aligned}$$

$$CB = 70^\circ$$

$$\begin{aligned} \sin C &= 8.9530996 \\ \sin CB &= 9.9729858 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sin AB &= 8.9260854 \\ AB &= 4^\circ 50' \end{aligned}$$

$$CB = 80^\circ$$

$$\begin{aligned} \sin C &= 8.9530996 \\ \sin CB &= 9.9933515 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sin AB &= 8.9464511 \\ AB &= 5^\circ 4' \end{aligned}$$

$$CB = 90^\circ$$

$$\sin C = 8.9530996$$

$$\sin CB = 10.00000000$$

$$\begin{aligned} \sin AB &= 8.9530996 \\ AB &= 5^\circ 9' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cot ABC &= r. \cos CB; \cot C \\ C &= 5^\circ 9' \end{aligned}$$

$$CB = 0^\circ$$

$$\begin{aligned} \cos CB &= 10.00000000 \\ \cot C &= 11.0451436 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cot ABC &= 8.9548564 \\ ABC &= 84^\circ 51' \end{aligned}$$

$$CB = 10^\circ$$

$$\begin{aligned} \cos CB &= 9.9933515 \\ \cot C &= 11.0451436 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cot ABC &= 8.9482079 \\ ABC &= 84^\circ 56' \end{aligned}$$

$$CB = 20^\circ$$

$$\begin{aligned} \cos CB &= 9.9729858 \\ \cot C &= 11.0451436 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cot ABC &= 8.9278422 \\ ABC &= 85^\circ 10' \end{aligned}$$

$$CB = 30^\circ$$

$$\begin{aligned} \cos CB &= 9.9375306 \\ \cot C &= 11.0451436 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cot ABC &= 8.8923870 \\ ABC &= 85^\circ 32' \end{aligned}$$

$$CB = 40^\circ$$

$$\begin{aligned} \cos CB &= 9.8842540 \\ \cot & \end{aligned}$$

$$\cot C = 11.0451436$$

$$\cot ABC = 8.8391104$$

$$ABC = 86^\circ 3'$$

$$CB = 50^\circ$$

$$\cos CB = 9.8080675$$

$$\cot C = 11.0451436$$

$$\cot ABC = 8.7629239$$

$$ABC = 86^\circ 41'$$

$$CB = 60^\circ$$

$$\cos CB = 9.6989700$$

$$\cot C = 11.0451436$$

$$\cot ABC = 8.6538264$$

$$ABC = 87^\circ 25'$$

$$CB = 70^\circ$$

$$\cos CB = 9.5340517$$

$$\cot C = 11.0451436$$

$$\cot ABC = 8.4889081$$

$$ABC = 88^\circ 14'$$

$$CB = 80^\circ$$

$$\cos CB = 9.2396702$$

$$\cot C = 11.0451436$$

$$\cot ABC = 8.1945266$$

$$ABC = 89^\circ 6'$$

$$CB = 90^\circ$$

$$\cos CB = 0.$$

$$\cot C = 11.$$

$$\cot ABC = 0.$$

$$ABC = 90^\circ$$

$$ABD = ABC - DBC$$

$$DBC = 23^\circ 29'$$

$$ABC = 84^\circ 51'$$

$$DBC = 29 \ 29$$

$$ABD = 61 \ 22$$

$$ABC = 84 \ 56$$

$$DBC = 23 \ 29$$

$$ABD = 61 \ 27$$

$$ABC = 85 \ 10$$

$$DBC = 23 \ 29$$

$$ABD = 61 \ 41$$

$$ABC = 85 \ 32$$

$$DBC = 23 \ 29$$

$$ABD = 62 \ 3$$

$$ABC = 86 \ 3$$

$$DBC = 23 \ 29$$

$$ABD = 62 \ 34$$

$$ABC = 86 \ 41$$

$$DBC = 23 \ 29$$

$$ABD = 63 \ 12$$

$$ABC = 87 \ 25$$

$$DBC = 23 \ 29$$

$$ABD = 63 \ 56$$

$$ABC = 88 \ 14$$

$$DBC = 23 \ 29$$

$$ABD = 64 \ 45$$

ABC

$$ABC = 89^{\circ} 6'$$

$$DBC = 23 29$$

$$ABD = 65 37$$

$$ABC = 90 0$$

$$DBC = 23 29$$

$$ABD = 66 31$$

$$abd = dbc - abc$$

$$dbc = 156^{\circ} 31'$$

$$dbc = 156 31$$

$$abc = 87 25$$

$$abd = 69 6$$

$$dbc = 156 31$$

$$abc = 85 32$$

$$abd = 70 59$$

$$dbc = 156 31$$

$$abc = 84 51$$

$$abd = 71 40$$

$$\cot DB = r. \cos ABD : \tan AB$$

$$ABD = 61^{\circ} 22', AB = 0$$

$$\cos ABD = 9.$$

$$\tan AB = 0.$$

$$\cot DB = \infty$$

$$DB = 0.$$

$$ABD = 61^{\circ} 27', AB = 0^{\circ} 54'$$

$$\cos ABD = 9.6793602$$

$$\tan AB = 8.1961020$$

$$\cot DB = 11.4832582$$

$$DB = 1^{\circ} 53'$$

$$ABD = 61^{\circ} 41', AB = 1^{\circ} 46'$$

$$\cos ABD = 9.6760937$$

$$\tan AB = 8.4891696$$

$$\cot DB = 11.1869241$$

$$DB = 3^{\circ} 43'$$

$$ABD = 62^{\circ} 3', AB = 2^{\circ} 34'$$

$$\cos ABD = 9.6708958$$

$$\tan AB = 8.6515375$$

$$\cot DB = 11.0193583$$

$$DB = 5^{\circ} 28'$$

$$ABD = 62^{\circ} 34', AB = 3^{\circ} 18'$$

$$\cos ABD = 9.6634335$$

$$\tan AB = 8.7608719$$

$$\cot DB = 10.9025616$$

$$DB = 7^{\circ} 8'$$

$$ABD = 63^{\circ} 12', AB = 3^{\circ} 56'$$

$$\cos ABD = 9.6540586$$

$$\tan AB = 8.8373211$$

$$\cot DB = 10.8167375$$

$$DB = 8^{\circ} 40'$$

$$ABD = 63^{\circ} 56', AB = 4^{\circ} 27'$$

$$\cos ABD = 9.6428765$$

$$\tan AB = 8.8911119$$

$$\cot DB = 10.7517646$$

$$DB = 10^{\circ} 3'$$

ABD

$$\begin{aligned} ABD &= 64^{\circ} 45', AB = 4^{\circ} 50' \\ \cos ABD &= 9.6299890 \\ \text{tang} AB &= 8.9271560 \\ \cot DB &= 10.7028330 \\ DB &= 11^{\circ} 13' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ABD &= 65^{\circ} 37', AB = 5^{\circ} 4' \\ \cos ABD &= 9.6157812 \\ \text{tang} AB &= 8.9477338 \\ \cot DB &= 10.6680474 \\ DB &= 12^{\circ} 7' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ABD &= 66^{\circ} 31', AB = 5^{\circ} 9' \\ \cos ABD &= 9.6004090 \\ \text{tang} AB &= 8.9548564 \\ \cot DB &= 10.6455526 \\ DB &= 12^{\circ} 45' \end{aligned}$$

$$\cos BDA = \sin ABD \cos AB: r$$

$$\begin{aligned} ABD &= 61^{\circ} 22', AB = 0 \\ \sin ABD &= 9.9433482 \\ \cos AB &= 10.00000000 \\ \cos BDA &= 9.9433482 \\ BDA &= 28^{\circ} 38' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ABD &= 62^{\circ} 3', AB = 2^{\circ} 34' \\ \sin ABD &= 9.9461362 \\ \cos AB &= 9.9995641 \\ \cos BDA &= 9.9457003 \\ BDA &= 28^{\circ} 3' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ABD &= 63^{\circ} 56', AB = 4^{\circ} 27' \\ \sin ABD &= 9.9534134 \\ \cos AB &= 9.9986888 \\ \cos BDA &= 9.9521022 \\ BDA &= 26^{\circ} 25' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ABD &= 66^{\circ} 31', AB = 5^{\circ} 9' \\ \sin ABD &= 9.9624527 \\ \cos AB &= 9.9982433 \\ \cos BDA &= 9.9606960 \\ BDA &= 24^{\circ} 1' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} abd &= 69^{\circ} 6', ab = 4^{\circ} 27' \\ \sin abd &= 9.9704419 \\ \cos ab &= 9.9986888 \\ \cos bda &= 9.9691307 \\ bda &= 21^{\circ} 21' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} abd &= 70^{\circ} 59', ab = 2^{\circ} 34' \\ \sin abd &= 9.9756265 \\ \cos ab &= 9.9995641 \\ \cos bda &= 9.9751906 \\ bda &= 19^{\circ} 11' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} abd &= 71^{\circ} 40', ab = 0 \\ \sin abd &= 9.9773772 \\ \cos ab &= 10.00000000 \\ \cos bda &= 9.9773772 \\ bda &= 18^{\circ} 20' \end{aligned}$$

Die dritte Columnne hält Zahlen in sich, welche die Sinus der Bögen in der zweyten sind, davon der Zirkelradius 422'', 53 hat; und die vierte, die Unterschiede der Quersine dieser Bögen und des grössten von 12° 45': welche alle leicht gefunden werden, wie aus 136 und den darauf folgenden §§. abzunehmen: weßwegen ich die Rechnung weglassse.

145. §. Da der mittlere Weltpol in einem Vierteldrachjahre 93'', 25 in seiner Bahne zurücklegt; folglich während zehn Graden der Bewegung des Drachenkopfs $93'', 25 : 9 = 10'', 3611$;

während	20	Graden,	20'', 72
—	30	—	31 , 08
—	40	—	41 , 44
—	50	—	47 , 81
—	60	—	62 , 17
—	70	—	72 , 53
—	80	—	82 , 89
—	90	—	93 , 25;

so machet man aus diesem und der vorigen Tafel im 144. §. leicht eine andere

T A F E L

von dem Unterschiede der Oerter, des wahren und mittlern Weltpols, von zehn zu zehn Graden der Drachenkopfbewegung.

Grade der Drachenkopfs- bewegung	Oerter des wahren Weltpoles	
	in dem Aequinoctial- kolure	in dem Solstitialko- lure.
0° V	— 0", 00	+ 10", 42
10 g. Ab.	+ 3, 52	+ 10, 40
20 —	+ 6, 67	+ 9, 53
30 —	+ 9, 17	+ 8, 50
40 —	+ 11, 03	+ 7, 16
50 —	+ 11, 86	+ 5, 59
60 —	+ 11, 56	+ 3, 93
70 —	+ 9, 66	+ 2, 35
80 —	+ 5, 80	+ 1, 01
90 —	+ 0, 00	+ 0, 00
100 —	— 5, 80	— 1, 01
110 —	— 9, 66	— 2, 35
120 —	— 11, 56	— 3, 93
130 —	— 11, 86	— 5, 59
140 —	— 11, 03	— 7, 16
150 —	— 9, 17	— 8, 50
160 —	— 6, 67	— 9, 53
170 —	— 3, 52	— 10, 40
180 —	— 0, 00	— 10, 42

Hier bedeutet wieder, wie oben (142. §.) beym Aequinoctialkolure das Zeichen +, daß der wahre Weltpol dem mittlern vorgehe, näher bey der Frühlingsnachtgleiche sey als dieser; und das Zeichen —, daß er ihm nachgehe, weiter von genannter Nachtgleiche als der

der mittlere sey. Bey dem Solstitialkolure bedeutet das Zeichen $+$, daß der wahre Weltpol von der Bahne des mittlern gegen die Sommersonnenwende zu abweiche; und das Zeichen $-$, daß er nach der Wintersonnenwende zu abweiche. Bey der andern Hälfte des Drachjahrs gilt die nämliche Tafel; doch so bey der dritten Columnne, daß darin das dritte Vierteldrachjahr das Zeichen $-$, und das vierte Viertel, $+$ zu setzen.

Beobachtet man in einem dieser Kolure einen Stern zu verschiedenen Zeiten, wo die Oerter des wahren Weltpoles, nach der Tafel, einerley Zeichen haben; so ist der Unterschied der Declination dieses Sternes zu den Zeiten, der Unterschied der Sekunden, welche bey den Zeichen angemerkt sind: und wo des wahren Weltpoles Oerter verschiedene Zeichen haben; da ist der Unterschied der Declination die Summe der dabey angemerkten Sekunden. Z. B. man beobachtet einen Stern im Frühlingskolure, bey dem 10^{ten} und 70^{ten} Grade der Drachenkopfsbewegung: so ist der Unterschied der dafigen Declination $9'',66 - 3'',52 = 6'',14$; die bey 10° soviel größer. Beobachtet man diesen Stern bey dem 20^{ten} und 120^{ten} Grade der Drachenkopfsbewegung: so ist seiner Declinationen Unterschied $6'',67 + 11'',56 = 18'',23$; die bey 120° soviel größer. Das nämliche ist es, wenn die Beobachtungen auch bey verschiedenen Hälften des Drachjahres geschehen, z. B. beym 150° und 210°: da wäre der Unterschied der Declinationen des vorigen Sternes $9'',17 + 9'',17 = 18'',34$; die beym

210°

210° soviel kleiner. Das Widerspiel in der Grösse der Declination ist bey dem Sterne im Herbstkolure: wo nämlich jene gröfser ist; da ist diese kleiner. Dieses Beyspiel läfst sich leicht auf die Sterne in den Solstitialkoluren verwenden: wie wir ohne das schon welche oben (143. §.) gesehen haben.

146. §. Es läfst sich auch bey andern Sternen, die sich in keinem Kolure, sondern in andern Declinationzirkeln befinden, der Unterschied ihrer Declination zu verschiedenen Zeiten des Drachjahres leicht berechnen. Z. B. es sey der wahre Weltpol zu Anfang des letzten Viertels (wann der Drachenkopf in der Sommer Sonnenwende ist) in *h* Fig. 5. und nach einer Bewegung des Drachenkopfs von 30 Graden, komme dieser Pol in *g*: man soll den Unterschied dieser Declinationen vom Sterne *S* finden, dessen Declinationsbögen *Sh* und *Sg*, keine von Koluren sind. Hier sey also der grofse Weltpol, der Ekliptik ihrer, *P*. *Ch* ist da ein gar kleiner Theil des grossen Schwungkreiffes, parallel mit der Ekliptik, worauf alle Breitenzirkel (Circuli latitudinis) senkrecht sind, davon hier Bögen *Ph*, *Pi*, *Pr*, *PC*, *PS* zu sehen. Nun ist gewifs: wenn *h* und *i* Oerter des mittlern Weltpoles sind, und des Sternes *S* Länge vom Kolure *Ph*, oder der Winkel *SPh*, wie auch der kleine Bogen *hi* im polar-gleichen Zirkel, mithin auch der Winkel *SPi*, oder die Länge von dem Kolure *Pi* und des Sternes Breite *SP* bekannt ist; darf man nur in den zwey sphärischen Dreyecken *ShP* und *SiP*, woran des Schwungkreiffes Weite vom Pole

Pole P , $P h = P i$ auch bekannt ist, die zwey Seiten $S h$ und $S i$ finden, um die zwey Declinationen vom mittlern Weltpole und ihren Unterschied zu haben. So darf man also bey unserer Aufgabe nur des wahren Weltpoles Fortrückung in der mittlern Bahne $h i$, und seine Abweichung von dieser $i g$ suchen, diese $i g$ zu der Bahne Weite vom Pole $P i$ addiren, und die Fortrückung $h i$ durch den Sinus dieser Weite $P i$ oder der mittlern Inclination der Ekliptik gegen den Aequator dividiren, den Quotienten als den Winkel $i P h$ von des Sternes bekannter Länge $h P S$ abziehen: so hat man in dem Dreyecke $S g P$ zwey Seiten $g P$ und $P S$ samt dem eingeschlossenen Winkel $S P g$ bekannt: mithin kann man die Declination $g S$ finden; wie man die $S h$ in dem Dreyecke $h P S$ hat finden können. So ist klar, daß man den Unterschied aller Declinationen $S g$, $S e$, $S n$, x . finden kann: aber im zweyten und dritten Vierteljahr fallt hier die Abweichungen von der mittlern Bahne $i g$, $r e$, $C n$ in den Bogen $f m k$, auf die Seite des grossen Weltpoles P ; also muß man sie da von der mittlern Bahnweite $C P$ oder Inclination der Ekliptik abziehen. Auch muß die Fortrückung $h i$ des wahren Weltpoles in der mittlern Bahne, statt abgezogen, zu der bekannten Länge $S P h$ addiret werden; wenn der Stern S sich zwischen dem Sommer - $h Q$ und Herbstkolure $h H$ befindet (denn hier in der 5. Fig. ist er, sein Declinationsbogen $h S$, zwischen dem Sommer - $h Q$ und Frühlingskolure $h F$). Hieraus ist leicht zu schliessen, was zu thun, wenn sich der

Gerlach Bestimmung N Stern

Stern zwischen dem Frühlings - hF und Winterkolure hP , oder zwischen dem Winter - hP und Herbstkolure hH befindet. Gleichfalls zeigt sich hier die wahre Inclination der Ekliptik gegen den Aequator, ihre Veränderung und Mittel während dem Drachjahre: weil sie, die wahre, stets dem Bogen zwischen dem wahren Welt- und Ekliptikpole gleich ist: so verändert sie sich, wie diese Bögen Ph , Pg , Pe Pn , x . mit den Abweichungen des Poles von der mittlern Bahne; wird das letzte Vierteldrachjahr, so lang sich der Pol im Bogen, hn bewege, immer grösser als die mittlere Ph , soviel die Abweichungen zg , re , Cn betragen; das erste Vierteldrachjahr, solange sich der Pol in dem Bogen nf bewege, nach und nach immer kleiner, und am Ende der mittlern Ph gleich; im zweyten Vierteldrachjahre wird sie kleiner als die mittlere, nimmt da ab, wie sie im letzten zunimmt; im dritten Viertel ist sie noch stets kleiner als die mittlere, nimmt da aber zu, wie sie im ersten abnimmt. Diese Veränderung der Ekliptikneigung sieht man in der dritten Columnne der Tafel im 145. §. in Sekunden ausgedrückt, von 10 zu 10° der Drachkopfsbewegung: wo das Zeichen $+$ anzeigt, wieviel diese Neigung grösser als die mittlere; und das Zeichen $-$, wieviel sie kleiner als die mittlere ist. Auch ist in dem 144. §. eine Tabelle, wo man in der dritten Spalte die Fortrückung des wahren Weltpoles in der Bahne des mittlern von 10 zu 10° der Drachkopfsbewegung findet: welche daher

zur

zur Berechnung der Sterndeclinationen dienet: die ich den Astronomen überlasse.

147. §. Obschon die Methode im 146. §. die von der Präcession und Nutation verursachte Veränderung der Declination der Sterne auf einmal zu berechnen, die leichteste ist: so kann man doch, nach berechneter mittlern Präcession, oder der von ihr hervorgebrachten Veränderung der Sterndeclination, vermög der Tafel im 145^{ten} §. die Nutation, oder die von ihr verursachte Veränderung der Sterndeclination noch besonders berechnen. Denn die zweyte Columne zeigt da die Fortrückung des wahren Weltpoles oder wieviel des Sternes Länge sich geändert, wenn man die da ausgedrückten Sekunden durch den Sinus der mittlern Inclination der Ekliptik gegen den Aequator dividiret; und die dritte Columnne, wieviel sich die Weite des wahren Weltpoles von der Ekliptik ihrem geändert: wodurch man des Sternes Declination finden kann (146. §.). Diese so dividirte Fortrückung ist der Unterschied der mittlern und wahren Präcession in der mittlern Bahne; folglich auch in der Ekliptik, indem man diese Quotienten als Sekunden beider Zirkel betrachtet. Ich setze daher noch folgende

T A F E L

von dem Unterschiede der mittlern und wahren Präcession, in der mittlern Bahne.

Grade der Drachenkopfsbewegung	mittlere Präcession in der mittlern Bahne	Unterschied der mittlern und wahren
0° V	0' 0", 00	0", 00
10 g. Ab.	0 26, 00	8, 83
20 —	0 52, 01	16, 74
30 —	1 18, 01	23, 01
40 —	1 44, 02	27, 67
50 —	2 10, 02	29, 76
60 —	2 36, 02	29, 01
70 —	3 2, 03	24, 24
80 —	3 28, 03	14, 56
90 —	3 54, 04	0, 00

Diese Tafel gilt für alle 4 Quadranten der Drachenkopfsbewegung. In dem ersten Quadranten sind die Unterschiede positiv, das ist, sie müssen zu der mittlern Präcession hinzu gesetzt werden, um die wahre zu bekommen. In dem andern Quadranten geht die Tafel in Ansehung der dritten Columne auf- oder rückwärts, so daß statt 90°, 0°, statt 80°, 10° u. s. f. gesetzt wird; und die Unterschiede sind negativ, oder sie müssen von der mittlern Präcession abgezogen werden, um die wahre zu bekommen. Im dritten Quadranten ist es, wie im ersten; und im vierten wie im zweyten. Diese Unterschiede zeigen die Schwankung der Erdaxe nach der Richtung der mittlern Bahne: im ersten Quadranten der Drachenkopfsbewegung ist sie, die Erdaxe, vor dem mittlern Po-

Pole; im andern zurück; u. s. f. Die Tafel könnte daher auch heißen: *von der Präcession und Nutation nach der Richtung der mittlern Bahne*: wo die Nutation aber nur scheinbar ist, die Erdaxe sich einmal geschwinder, einmal langsamer, als der mittlere Weltpol bewegt.

148. §. Endlich wollen wir Herrn *Bradleys* Beobachtungen (120. §.) mit unserer Theorie wirklich vergleichen. Erstlich beobachtete er im Jahre 1727, als der aufsteigende Mondknoten in der Frühlingsnachtgleiche war, daß die Vorrückung der Nachtgleichen größer war als die mittlere: dieses stimmt mit der Tafel im 145. §. gar wohl überein. Er beobachtete da zugleich, daß die Sterne bey den Solstitialkoluren sich auf eine Art bewegten, welche der Wirkung der vermehrten Präcession entgegen war: welches nach der Theorie hat auch geschehen müssen; indem der wahre Weltpol sich zugleich der Bahne des mittlern genähert. Daher die wahre und scheinbare Schwankung, die wahre in den Solstitialkoluren, und die scheinbare in den Aequinoctialkoluren.

Auch zweytens im Jahre 1728 beobachtete Herr *Bradley*, daß die Vorrückung noch größer als die mittlere; und daß der Stern γ des großen Bären um 2 Sekunden mehr gegen Süden war, als er nach der mittlern Präcession hätte seyn sollen; so auch andere Sterne bey dem Aequinoctialkolure; die bey dem Solstitialkolure weniger. Alles dieses trifft mit der Theorie überein. Denn erstlich ist nach dieser, um diese Zeit, wo der Drachenkopf ungefähr den 30^{ten} Grad seiner Bewegung passirt,

die Vorrückung noch immer gröfser als die mittlere: zieht man nach der citirten Tafel den Ort des wahren Weltpoles im Aequinoctialkolure bey 20^{ten} Grade gelagter Bewegung von dem bey 30° ab; so bleiben 9'', 17 — 6'', 67 = 2'', 50: soviel haben die Sterne bey diesem Kolure ihre Declination in einem halben Jahre und 6 $\frac{2}{3}$ Tagen verändern, und die im Herbstkolure zwar, vergrößern müssen. Weil der Pol sich auch noch immer der mittlern Bahne näherte: so haben die Sterne bey Sonnenwendkolure nicht dieselbe Veränderung leiden können.

Drittens beobachtete Herr *Bradley*, von Jahr zu Jahr andere Unterschiede; und, daß die Sterne zwischen der Frühlingsnachtgleiche und der Winter Sonnenwende sich dem Pole näherten, und die entgegengesetzten sich davon entfernten: welches wegen fortgesetzter Näherung des Poles zur mittlern Bahne, und zwar in einer solchen Richtung *n*f Fig. 5. als die Bewegung dieser Sterne hatte, nothwendig geschehen mußte.

Was Herr *Bradley* viertens, im Jahre 1732 beobachtete, mußte nach der Theorie ebenfalls nothwendig geschehen: damals mußten die Sterne bey den Nachtgleichkoluren ihre Declination nach der mittlern Präcession verändern; weil da nach der Tafel im 147. §. kein Unterschied der wahren und mittlern ist. In den nachfolgenden Jahren, bis 1736, mußte sich die Aenderung nothwendig mindern; weil die angezeigten Unterschiede von der mittlern Präcession damals mußten abgezogen wer-

werden. Auch war seit 1727 bis 1736 eine wirkliche Schwankung der Erdaxe durch $nC + am$ Fig. 5. nach der Richtung der Sonnenwendkoluren geschehen: darum auch die dafigen Sterne ihre Declination soviel haben ändern müssen. Diese Aenderung beträgt nun an den Sternen in diesen Koluren nach der Tafel im 145. §. $10'',42 + 10'',42 = 21'',22$: allein, wenn die Sterne etwas weiter davon sind, oder wenn die Beobachtung in der Zeit nicht genau ein halbes Drachjahr, sondern mehr oder weniger unterschieden sind; so wird die Aenderung kleiner, 18, mehr und weniger Sekunden (cit. und 146. und 147. §.).

Im Jahre 1745, haben die Sterne müssen nothwendig wieder in ihre alte Lage kommen (nach abgerechneter mittlern Präcession) die sie im Jahre 1727 hatten, wie Herr *Bradley* fünftens beobachtete: indem die Erdaxe sich durch gleiche Räume $ma + do$ seit 1736 zurückgeschwungen, und wieder dieselbe Stellung hatte, wie im Jahre 1727; und *Bradleys* Vermuthung der Schwankung der Erdaxe war sicher, und gewiss, nunmehr auch wirklich bewiesen.

Herr *Bradley* vergleicht sechstens seine Beobachtungen mit seiner Theorie, der mechanischen Hypothese; findet da viele Uebereinstimmung; aber doch auch Abweichungen. Ich denke, wenn er sie mit der wahren Theorie, die keine Hypothese ist, verglichen hätte; würde er vielleicht keine Abweichungen gefunden haben.

Seine Beobachtungen, wie oben siebentens angemerkt wird, waren sehr vernünftig und sicher angestellt; folglich desto besser zur Bestätigung der wahren Theorie.

Was Herr *Bradley* achtens beobachtete scheint eine Abweichung von der angenommenen Hypothese, nicht der wahren Theorie zu seyn. Denn nach jener hätte damals, als der Drachenkopf beynahe im 280° seiner Bewegung war, der wahre Weltpol auf der Seite der Herbstnachtgleiche wohl $8-9''$ von dem Sonnenwendkolure sollen entfernt seyn; da er nach dieser (145. §.) etwa $5-6''$ davon entfernt war: und so hat der Stern γ im grossen Bären nothwendig müssen $3''$ weiter vom Pole erscheinen, als nach der Hypothese hätte geschehen sollen.

Was neuntens von der Veränderung der Schiefe der Ekliptik angemerkt wird, läßt sich nicht ordentlicher vorstellen, als wie die Theorie es lehret (146. §.).

Auch kann die ungleiche Vorrückung der Nachtgleichen, welche zehntens angemerkt wird, nicht besser erklärt werden, als wie sie die Theorie angiebt (145. §.).

Eilftens wird die Theorie durch die eigene Bemerkung des Herrn *Bradley* wohl schon zum voraus bestätigt: da seine Beobachtungen weder durch einen Zirkel noch durch eine Ellipse hinlänglich können erklärt werden: welches sonst der Theorie widersprechen würde: nach welcher die Bahne des wahren, drachjährigen, Weltpoles schlangförmig ist, aus zwey Zirkelbögen bestehet, deren jeder $25^\circ 30'$ hält.

hält. Freylich kommen auch noch andere Irregularitäten hinein, vom monatlichen Schwungskreise, vermög dessen die Weltaxe sich in der Schlangenbahne nicht ordentlich fortbeweget; sondern um den mittlern Monatpol, oder wahren Drachenpol immer kleine langrunde Kreise von verschiedenen kleinen und großen Axen beschreibet (128. §.). Der wirklich wahre, monatliche, Weltpol gienge also stets in Spirallinen oder Epizikeln nach der Richtung der Drachenbahne fort, ungefehr so, wie es die 7. Figur weiset: wo bey *a* der Anfang und bey *b* das Ende des Drachjahres ist. Ob man diese Kleinigkeit wird beobachten können, steht zu erwarten. Die Richtung der Axen dieser Epizikel ist schon oben (129. §.) angezeigt worden.

149. §. Aber alle diese Rechnungen sind bey der Ekliptik Neigung gegen den Aequator von $23^{\circ}29'$ gemacht worden, da diese doch nach den Sonnentafeln des Herrn *de la Lande* sich stets mindert, in 100 Jahren $45''$, und die von diesen Jahren 1781-83 nur von $23^{\circ}28'12''$ - $13''$ gesetzt wird: warum ist zu diesen Rechnungen nicht eine kleinere Neigung, nicht vielmehr diese von $23^{\circ}28'12''$, als jene von $23^{\circ}29'$ gewählt worden? Es ist wahr, dieses hätte geschehen können: allein ich dachte anfangs, da ich den Grund zu diesen Rechnungen entdeckte: ich müsse eine ältere Neigung der Ekliptik wählen, zu sehen, ob die beobachtete Präcession damit übereinstimme: denn eher müsse sie mit diesen Rechnungen nach einer ältern Neigung, als mit denen nach

der heutigen und zukünftigen übereinstimmen: und ich wählte just diese von $23^{\circ} 29'$; weil diese vom Freyherrn *Wolf* in seiner Astronomie mit Grund, und die Neigung der Ekliptik überhaupt noch für unveränderlich angenommen wird. Diesen Grund oder die Ursache davon kann man in gesagter Astronomie selbst sehen. Die hier (145. §.) entdeckte drachjährige Veränderung dieser Neigung hat auch die Astronomen unsers Jahrhunderts bey ihren genauen Instrumenten und Beobachtungen irre machen können: und sie werden diese Neigung, da genannte Veränderung so sicher ist, nun richtiger bestimmen können. Sollte auch diese Neigung etwas kleiner als $23^{\circ} 29'$ seyn: so wird dieses in der bestimmten drachjährigen Veränderung keinen merklichen Unterschied zuwege bringen; wie aus folgendem zu sehen.

150. §. Es sey die mittlere Neigung der Ekliptik gegen den Aequator $23^{\circ} 28'$: man soll finden, wie weit der Mondknoten im Aequator von der Nachtgleiche wegrücke. Hier wird der Winkel ABD Fig. 6. in der obigen Rechnung (144. §.) um $1'$ gröfser. Also bekommt man bey dem 30ten und 90ten Grad der Drachenkopfsbewegung statt der obigen, diese Rechnung:

ABD = $62^{\circ} 4'$	AB = $2^{\circ} 34'$	ABD = $66^{\circ} 32'$	AB = $5^{\circ} 9'$
cos ABD = 9.6706576		cos ABD = 9.6001181	
tang AB = 8.6515375		tang AB = 8.9548564	
cor DB = 11.0191201		cot DB = 10.6452617	
DB = $5^{\circ} 28'$		DB = $12^{\circ} 45'$	
			Hier

Hier kommt also für DB das nämliche, was oben (cit. §.), wenn man auf die Sekunden nicht achtet. Will man aber diese mit bestimmen: so kommen statt jener Zahlen, bey der Neigung von $23^{\circ}29'$, diese:

$5^{\circ}27'47'',6$; $12^{\circ}44'40'',4$;
und bey der Neigung von $23^{\circ}28'$, diese:
 $5^{\circ}27'58'',2$; $12^{\circ}45'10''$.

Daraus sieht man, daß man unsere Rechnungen und Tabellen noch immer fort, ohne merklichen Fehler, beybehalten kann, wenn auch der Ekliptik mittlere Neigung $23^{\circ}28'$ werden sollte. Oder man kann auch selbst welche, für jede mittlere Neigung, auf das genaueste verfertigen: dabey müßte man aber wissen, wie groß jetzt die mittlere Fortrückung der Nachtgleichen ist; denn die bestimmte beruhet mit auf den Beobachtungen von mehr hundert und tausend Jahren. Wer sich die Mühe geben will, der wird die Präcession samt der Nutation nun bey jeder mittlern Neigung der Ekliptik von Zeit zu Zeit, von Jahrhundert zu Jahrhundert bestimmen können: wenn diese Neigung nur sicher bekannt wäre! darum lasse ich es hierbey bewenden.

151. §. Uebrigens sieht man daraus: je kleiner der Ekliptik Neigung gegen den Aequator ist: desto größer ist die Vorrückung des Mondknotens im Aequator, und der Viertel-schlangenkreis in Graden; und diese betragen 90° , wenn der Neigungswinkel $= 0$ ist. Aber alsdann gehen die Knoten im Aequator nicht wieder zurück, sondern wie in der Ekliptik fort:

fort; und der ganze Schlangenkreis verwandelt sich in einen Zirkel, welcher statt des grossjährigen ist, der eigentlich $= 0$ ist. Je grösser hingegen der Neigungswinkel der Ekliptik gegen den Aequator ist; desto kleiner ist der Bogen genannter Vorrückung und des Viertelkreisses; und dieser Bogen ist $5^{\circ} 9'$, der Neigung der Mondbahne gegen die Ekliptik gleich; wenn jener Winkel 90° ist; wie die alten Aegypter und Chaldäer vorgegeben, dass es einmal gewesen (*Wolfs* Element. Astronom. 167). Es ist so klar, dass, wenn der Winkel DBC Fig. 6. grösser als ABC ist, man ABC von DBC abziehen müsse, und der Winkel ABD negativ werde, oder die Linen DB und DA des Dreyeckes ADB auf die andere Seite der Line AB fallen. Man kann auch, wenn DBC ein rechter Winkel ist, DB gleich auf einmal durch folgende Proportion finden: $r : \sin CB = \tan C : \tan BD$.

152. §. Will man die mittlere Vorrückung v bey was immer für einer Neigung i der Ekliptik gegen den Aequator finden, da die heutige Neigung $= I$, und Präcession $= p$ bekannt sind; so geschieht dieses (109. §.) durch

folgende Proportion: $\frac{4 m}{M n n a} : \frac{4 m}{M n n a} = p : v$;

wo p die Präcession von einem Jahre oder Drachjahre, oder einer andern kleinern Zeit bedeuten kann; mithin so auch v ; und beständig $v = p$ ist. Ist sie von einem Drachjahre: so ist $v \sin i$ der Weg des mittlern Welt-poles von solchem Jahre: und der grosse Schwung-

Schwungkreißs ist ebenfalls vom groſſen Welt- oder Ekliptikpol i Grade entfernt. So müſſte alſo dieſer immer kleiner werden; wenn der Ekliptik Neigung ſich mindert; bis er 0 , oder dem Drachenkreiſſe gleich wird: welchen man finden kann; weil $i = 5^{\circ} 9'$ und $p = 936'', 14$ (136. §.) wäre; mithin dieſer Kreißs oder $v \sin i = 84'', 03$.

153. §. Gleichwie dieſs (im vorigen §.) eigentlich der Drachenkreiſſs iſt, und der groſſe Schwungkreißs hier, wo der Neigungswinkel der Ekliptik $= 0$ iſt, am kleiſten oder auch $= 0$ iſt: alſo iſt hingegen der groſſjähri- ge Schwungkreißs auch am gröſten und die Ekliptik ſelbſt, wenn dieſe auf dem Aequator ſenkrecht iſt. Hier wäre die drachjähri- gere mittlere Präceſſion v ; und auch die drachjähri- ge Vorrückung des mittlern Weltpoles $v \sin i = 936'', 14$; des halben Drachkreißſes Sehne $= 468'', 07$; die halbe $= 234, 03$; der Viertel- drachkreißs in Graden $= 5^{\circ} 9'$; und deſſen Querſin $21'', 07$; folglich der Erdaxe Schwan- kung nach deſſen Richtung $42'', 14$.

154. §. Wie dahier (153. §.) die Frühlings- nachtgleiche nach dem Nordpole zu vorrückete; ſo rückete dieſer zugleich ebenſoviel nach der Herſtnachtgleiche zu; dieſe nach dem Südpole zu; und dieſer nach der Herſtnachtgleiche zu. Da kämen dann dieſe Punkte, ſowohl die Nachtgleichen als die Pole nach und nach immer zu andern merkwürdigen Sternen, die ſich in demſelben Declinationzir- kel, der Ekliptik befänden. Die Zeit dieſes Um-

Umlaufes oder großen platonischen Jahres ist (118. §.) 25740 Jahre.

155. §. Wenn der Ekliptik Neigung sich ordentlicher Weise in 100 Jahren $45''$ mindert; so beträgt die Zeit der Verminderung von der senkrechten bis auf die heutige von $23^{\circ}29'$, $532133\frac{1}{3}$ gemeine Jahre; und die von der heutigen bis auf 0 Neigungswinkel $187866\frac{2}{3}$ Jahre; oder die ganze Verminderung oder Vermehrung durch 90 Grade 720000 Jahre. Wollte man Herodots Stelle im zweyten Buche, 124. §. *Dass die Sonne viermal ihren Ort verändert habe, da zweymal aufgegangen, wo sie jetzt untergeht; aber da zweymal untergegangen, wo sie jetzt aufgeht*, durch die Veränderung der Ekliptikneigung erklären: so müßte die Ekliptik sich dadurch zweymal um die Erdkugel oder vielmehr diese mit ihrem Aequator darin herum, geschwungen haben; wozu eine Zeit von $8.720000 = 5760000$ Jahren erfordert würde: welches doch dem Herodot selbst widerspricht; *da in dieser Zeit in Aegypten nichts soll verändert worden seyn; weder das, was aus der Erde, noch das, was aus dem Flusse kommt* (cit. Loco, Lugduni Batavorum 1716). Allein unsere Nachkömmlinge werden die Beständigkeit oder Veränderung der Ekliptikneigung besser kennen lernen. Folglich schließen wir hier unsere Theorie von der Vorrückung der Nachtgleichen und Schwankung der Erdaxe.

156. §. Da wir des Mondes Masse durch die Präcession bestimmt haben (114. §.); der Sonne ihre aber so nicht bestimmt werden kann (113. §.): wie wird sich diese also bestimmen lassen? folgendergestalt: es bewege sich unsere Erde in einem Sternjahre oder 525969 Minuten und 10 Sekunden (de la Lande Astronomie) einmal um die Sonne, welche 22000 Erdhalbmesser von ihr entfernt ist. Folglich kann man ganz sicher, nach dem in der fünften Anmerkung der I. Aufgabe gegebenen

Ausdruck $\frac{2ap^2}{nndd}$, den Weg der Fliehkraft der

Erde bey dieser jährlichen Kreisbewegung für eine Sekunde finden (indem da $a = 22000$, $n = 525969.60'' + 10''$ und $d:p = 10000:31416$); selben (Weg) mit der Höhe der im Pole, frey, ungehindert fallender Körper von $2176''$, $8419 = 15'$, 11695 (cit. Anmerkung) vergleichen; und also die Verhältniß der Massen von Sonn und Erde ferner bestimmen. So kommen für jenen Weg der Fliehkraft der Erde in einer

Sekunde $\frac{436}{1000000000000000}$ (= 436 Billiontheil-

chen) des Halbmessers der Erde; oder, weil dieser Halbmesser 19612344 Schuh hält,

$\frac{436.19612344}{1000000000000000} = \frac{8550981984}{1000000000000000}$ des Schu-

hes; und es ist nach dieser Proportion:

$1 : \frac{x}{(22000)^2} = 15,11695 : \frac{8550981984}{1000000000000000}$,

der Sonne Masse $x = 273776$, sovielman größer als der Erde ihre: welches mehr ist,
als

als $195312\frac{1}{2}$, so *Gravesande* (Phil. Newton. Instit. §. 1629.) angiebt.

157. §. Ob die gefundenen Massen von Sonn und Mond auch mit der Ebbe und Fluth übereinstimmen? Zur Antwort dienet folgende Rechnung. Vermög dieser Massen und ihrer Weiten von der Erde ist die anziehende Kraft der Sonne bey der Erde, oder der Erde Schwere gegen die Sonne, zu der anziehenden Kraft des Mondes bey der Erde, oder der Erde Schwere gegen den Mond; wie $\frac{273776}{(22000)^2}$

zu $\frac{1}{65(60)^2}$; folglich da des Mondes Kraft viel kleiner als der Sonne ihre. Allein da diese nur der Erde Schwere gegen genannte Himmelskörper ist; so wird dadurch noch keine Erhöhung des Meeres verursacht: diese entsteht vielmehr durch den Unterschied der Schwere des Meerwassers gegen der Erde Mittelpunkt: wo diese geringer ist; da ist das Meer höher. Das Meer steigt aber bey der Fluth hauptsächlich in dem Orte, über welchem sich der Mond oder die Sonne befindet, und an dem entgegengesetzten, wo davon die Gegenfüßler sind. So muß dann das Meerwasser, durch die Kraft der Sonne und des Mondes in diesen Oertern leichter, und dazwischen schwerer werden. Dieses läßt sich ganz leicht und gut begreifen, wenn man sich die Erdkugel ganz vom Meere bedeckt vorstellet. Denn das Wasser in der Mitte zwischen diesen zweyen Oertern, im ganzen Kreisse herum wird von
der

der Sonne oder dem Monde nach einer Richtung gezogen, welche von ihm zu der Sonne oder des Mondes Mittelpunkte gehet, und sich in zwey andere zergliedern (auflösen) läßt, deren eine der Erde Halbmesser oder die Weite dieses Kreisses von dem Mittelpunkte, und die andere die Weite des Mittelpunkts der Erde von dem Mittelpunkte der Sonne oder des Mondes ist. Weil dann nun der Erde Schwere gegen die Sonne, zu der gegen den Mond

sich verhält, wie $\frac{273776}{(22000)^2}$ zu $\frac{1}{65(60)^2}$: so verhält sich die Vermehrung der Schwere des Meerwassers in genanntem Kreisse, welche von der Sonne verursacht wird, zu der, welche von dem Monde hervorgebracht wird; wie $\frac{273776}{(22000)^3}$ zu $\frac{1}{65(60)^3}$ oder wie 1501493 zu 4159375, das ist beynahe, wie 1 zu 2,77; welches mit den Beobachtungen ziemlich übereintrifft. Herr *de la Lande* setzt in seiner *Astronomie* (§. 2744.) die Verhältniß 1:2,5. Alles stimmt dann nach unserm Vortrage überein: Präcession, Nutation, Massen von Sonne Erd und Mond, Ebbe und Fluth: und man kann aus diesem letzten nochmehr schliessen: warum die Fluth nicht an allen Orten gleich, nicht gleich hoch, nicht zu gleicher Zeit geschieht. Daran ist nämlich die Gränze des Meeres und des Erdreichs Ursache. Jenes ist nicht über dem ganzen Erdboden ausgebreitet. So kann die Fluth nicht so ordentlich und gleich geschehen. Und es liesse sich diese un-

Gerlach Bestimmung O

or-

ordentliche nach den Umständen auch wohl berechnen und bestimmen. Allein genug! daß unser Vortrag übereinstimmig, wahrhaft ist. Man wird unserer Bestimmung der Massen das nicht vorwerfen können, was Herr *de la Lande* (cit. §.) sonst der vom Monde vorgeworfen, die sich auf ungewissen Messungen gründet; da unsere von Sonn und Mond auf sichern Gründen und Erfahrungen beruhet: nur wird voraus gesetzt, daß die Massen, wie die anziehenden Kräfte sind; welches auch mit der Unähnlichkeit aller Dinge bestehen kann, da noch viel andere Kräfte, auch groß und kleine sind (unsere *sittl. Weltweisheit* II. Th. II. H.).

158. §. Noch ist des Jupiters Gestalt bedenklich; davon die Verhältniß des größten und kleinsten Durchmessers 14:13, auch 13:12 angegeben wird. Soll also bey unserer Erde der Unterschied der Durchmesser wohl nicht so merklich seyn? Allein Beweise, Rechnung und Ausmessungen haben ja gegeben, daß er so ist. Suchen wir seine Gestalt, wenn er unserer Erdkugel ähnlich seyn sollte. Vermög seiner Gröfse und Umwalzungszeit, davon jene zu der Erde ihrer, wie 10 zu 1, und diese zu der Erde ihrer wie 10 zu 24 sich beynahe verhält, ist die Fliehkraft in seinem Aequator wenigstens 57mal so groß als die auf unserer Erde, welche, wie gesagt $\frac{345}{100000}$ der Schwere ist. Die Schwere aber auf seiner Oberfläche verhält sich zu der auf der von der Erde, wie 936 zu 431 (Gravellande Phil. Newton.). Folglich

lich ist die daſige Fliehkraft, in des Jupiters

Aequator, $\frac{57.345.431}{100000.936} = 0,09$ ſeiner Schwe-

re. Ich ſetze, der Jupiter ſeye ganz flieſſig oder er ſey mit einem groſſen Meere umgeben: ſo iſt, nach der I. Aufgabe, ſeine Halb-

axe $y = a \sqrt{1-b} = a \sqrt{\left(\frac{91}{100}\right)} =$

$\frac{24. a}{25}$, das iſt, die Verhältniſs des kleinſten

und gröſten Durchmeſſers 24:25, oder aufs höchſte 19:20, oder nach dem Mittel 21,5:22,5; mithin jene Verhältniſs 12:13, oder 13:14 unmöglich richtig. Einige geben dieſe Verhältniſs $39\frac{3}{5}:40\frac{3}{5}$ an: welche möglich. Jupiters Atmoſphäre und die darin gebrochenen Lichtſtrahlen können auch vieles zur Erſcheinung ſeiner ſo ſehr gedrückten Geſtalt beytragen. Denn weil ſich dieſe in ſeinem Aequator ſehr erhebet: ſo werden die von ihm gehenden oder zurückgeworfenen Lichtſtrahlen da ſo verſchieden gebrochen, daſs ſie in uns die Eindrückung der Figur ſo ſehr vermehren: oder, es kann Jupiter in der Mitte ſeiner Kugel auch noch erhabenere Gebirge, als unſere Erde, haben, daſs er durch gute Ferngläſer wirklich ſo erſcheinen muſs. Nichts ſtecket alſo hier wider unſere Kugelforme der Erde.

159. §. Noch iſt aus der Geſchichte übrig: die Unähnlichkeit der Meridiane und Herrn *d'Alemberts* Vorſchlag von den Verſuchen mit Pendeln und Ausmeſſungen der Meridiangrade in

dem nämlichen Parallelkreisse. Diese Unähnlichkeit widerspricht unserer Figur der Erde nicht. Denn wir haben diese nur bey des Meeres Oberfläche bestimmt, und das Erdreich überall als hervorragende Inseln betrachtet: welche nicht anders als ungleich in ihrer Oberfläche seyn können. Wir finden dieses überall: es giebt da Ebenen, Thäler und Berge, auch erstaunlich hohe, und Ketten von Gebirgen, die Rippen, Gebeine der Erde. Alles dieses war im Anfang der weisen Absicht des Urhebers der Dinge gemäfs. Wenn wir sie messen, diese Oberfläche, den Umfang der Erde: so bringen wir die Masse auf die horizontale Höhe des Meeres; und da finden wir die Grade der Kugel; wie nun fast 22 Gradmessungen vollkommen einstimmig bestätigen. Freylich geben diese Gradmessungen, die etwas weiter von den andern abweichen, die von Turin, Grätz, Lappland, Ungarn und Peru, eine Ungleichheit in den Graden an: welche aber wirklich keine ist; sondern unstreitig von den Gebirgen, welche das Pendel angezogen haben, oder von andern Umständen, welche die Gradmessung so unrichtig gemacht haben, herrühret, wie wir unten noch umständlicher sehen werden. Will man diese Ungleichheit der Grade durch die Unähnlichkeit der Meridiane verstehen: so ist sie schon erwiesen: und man wird nach Herrn *d'Alemberts* Vorschlage unfehlbar noch mehrere finden: welche aber der allgemeinen Figur der Erde nicht schaden; doch überall für besondere Umstände, für die Astronomie, Geographie, etc. nützlich zu wissen sind.

sind. Unfehlbar wird man da, bey Versuchen, auch Abweichungen des Pendels gegen Morgen und Abend, und nach allen Weltgegenden finden; nachdem der Ort der Beobachtung, des Pendels, bey dem Gebirge oder verändernden Umstände genommen wird; so daß der beobachtete scheinbare Meridian öfters von den Polen abweichen, die wahre Axe der Erdkugel schneiden wird: dadurch wird sich der wahre Abend und Morgen ebenfalls ändern: welches die Astronomen beobachten; folglich wo es geschieht, finden können: wiewohl diese Abweichung sehr klein, selten merklich seyn wird. Herrn *d'Alemberts* Vorschlag ist also gut, nützlich. In Ansehung des Pendels wollte ich rathen: man solle dazu allezeit das nämliche nehmen und nie verändern; sondern an jedem Orte, wo man damit die Versuche macht, nur die Anzahl Schwünge (Oscillationen) von einerley Zeit merken; und durch diese die Verhältniß der verschiedenen Längen bestimmen; wenn die Längen selbst auch nicht wahrhaft bekannt sind. Damit dieses nun desto richtiger geschehen könne: so sollte das Pendel in einem hohlen luftleeren gläsernen Zylinder eingeschlossen seyn, und darin immer verwahret und mitgeführt werden: auch sollten vorher schon an einem bequemen Orte, wo man zu wohnen pflegt, mit dem Pendel im luftleeren Zylinder Versuche gemacht worden seyn, bey Kälte und Wärme nach den beobachteten Graden des Thermometers; und so bey der mässigen, größern und kleinern Wärme die Anzahl der Schwünge von

einerley Zeit bekannt und aufgeschrieben seyn: da wäre es nicht undienlich, wenn seine Länge just so wäre, daß es bey mässiger Wärme Sekunden schwänge; doch ist dieses nicht nothwendig; ja vielleicht noch dienlicher, den Unterschied zu beobachten, wenn es kurz wäre, etwa nur halbe Sekunden schwänge. Beobachtete man nun so damit an verschiedenen Orten, den Grad der Wärme und die Anzahl Schwünge von einerley Zeit (wobey man nothwendig eine gut gerichtete Sekundenuhr haben muß): so könnte man da die Verhältniß der Pendellängen genau wissen: weil sich diese wie die Quadrate der Anzahl Schwünge von einerley Zeit verkehrt verhalten. Ist man im Stande, die wirkliche Länge des Pendels an einem Orte zu messen; so weis man sie hernach von allen. Es versteht sich, daß man auch die Länge des Sekundenpendels finden kann; wenn das gebrauchte auch kein solches ist, sondern man nur seine Länge, und die Anzahl Schwünge von einer bekannten Zeit weis. Dazu ist nicht nöthig seine Länge bey jedem Grade der Wärme zu messen, oder durch eine unsichere Regel von einer Messung bey einem gewissen Grade der Wärme, die Längen bey andern zu schliessen; sondern man darf nur an dem bequemen Orte der Wohnung bey verschiedenen Graden der Wärme die Anzahl Schwünge von einerley Zeit beobachten, und des Pendels Länge bey einem dieser Grade der Wärme gemessen haben; so findet man durch das verkehrte Verhältniß der Quadrate der Anzahl Schwünge von einerley Zeit die Pendellänge.

längen bey den andern Graden der Wärme: wovon man leicht auf die Längen der Pendel an andern Orten schliessen kann. Ich wünsche dann, daß so, viele weise Männer an vielen Oertern der Erde sowohl Versuche mit Pendeln, als Ausmessungen der Meridiangrade in den nämlichen und verschiedenen Parallelkreisen mit möglichster Genauigkeit machen: und wir werden auf unserer allgemeinen Wohnung, der Erdkugel immer mehr Licht, Kenntnisse von ihr, erlangen; sehen, wie sie überall beschaffen ist, was für Theile von der allgemeinen Regel, der vollkommenen Rundung der Kugel, der Schwere senkrechten Richtung auf die wassergleiche Ebene oder Kugelfläche, hier und da abweichen; folglich auch die allgemeine Regel, die Kugelform der Erde von den ungleichen bestimmten Graden der Breite bestätigen: welches mehr ist, als was zu finden war.

I. *A n m e r k u n g.*

160. §. Wenn mehrere Männer, die voneinander abgefondert sind, die letztbeschriebenen Versuche mit Pendeln im leeren Raume an verschiedenen Oertern gemacht haben, und je zwey Versuche von ihnen nur an dem nämlichen Orte geschehen sind: so können alle miteinander verglichen werden, wenn man auch keines Pendels Länge weis, sondern nur die Anzahlen Schwünge von einerley Zeit bekannt sind. Darum müßten die, welche solche Versuche machen wollten, und hierin schon Vorgänger gehabt hätten, immer auch einen Ort

von den letzten zu ihren Versuchen mitwählen, um alle gemeinnützig zu machen. Die ganze Kunst bey diesen Versuchen bestehet darin, eine gute Sekundenuhr genau nach der Stern- oder mittlern Zeit zu richten, und die Anzahl Schwünge des Pendels von einer Zeit richtig zu beobachten. Könnte man durch ein fixes Sehrohr beobachten, wie viel die Uhr in einem Tage abweicht; so möchte dieses das beste seyn: ja diese Art, die Abweichung der Uhr an dem nämlichen Orte zu erkennen ist gewiss die sicherste und leichteste.

I. *Z U S A T Z.*

161. §. Weil $\frac{(c^2 - C^2)}{r^2} bg = d$, oder $c^2 - C^2$:
 $c'^2 - C'^2 = d : d'$;

das ist: weil sich die Unterschiede der Pendellängen von je zweyen Oertern verschiedener Breite ($d : d'$) verhalten, wie die Unterschiede der Quadrate der Cosine der Breite ($c^2 - C^2 : c'^2 - C'^2$); jene Unterschiede aber sich wie die Unterschiede der Quadrate der Anzahl ihrer Schwünge von gleichen Zeiten verkehrt

$\left(\frac{1}{n} : \frac{1}{n'} \right)$ verhalten; so ist auch:

$$c^2 - C^2 : c'^2 - C'^2 = \frac{1}{n} : \frac{1}{n'}$$

das heisst: es verhalten sich die Unterschiede der Quadrate der Anzahl Schwünge von gleichen Zeiten, der Pendel von je zweyen Oertern

tern

tern verschiedener Breite verkehrt $\left(\frac{1}{n} : \frac{1}{n'}\right)$, wie die Unterschiede der Quadrate der Cosine dieser Breite ($c^2 - C^2 : c'^2 - C'^2$).

Wenn der Unterschied $n = a^2 - A^2$, und $n' = a'^2 - A'^2$, so daß a, A, a', A' , die Anzahl Schwünge in verschiedenen Parallelzirkeln bedeuten; so ist auch

$c^2 - C^2 : c'^2 - C'^2 = a'^2 - A'^2 : a^2 - A^2$; und mit Logarithmen:

$$\log(c - C) + \log(c + C) - \log(c' - C') - \log(c' + C') = \log(a - A) + \log(a + A) - \log(a' - A') - \log(a' + A');$$

wodurch man leicht finden kann, ob die Schwere und Fliehkraft an einem Orte mit der allgemeinen Regel der Kugelform der Erde übereinstimmt, oder davon abweicht. Man muß aber hier die Cosine der wahren, nicht der scheinbaren Breite nehmen. Ist nämlich die Proportion oder Gleichung richtig; so ist die Uebereinstimmung richtig: sonst ist da eine Abweichung von der Regel, deren Gröſſe sich leicht durch die Rechnung bestimmen läßt.

2. *A n m e r k u n g.*

162. §. Bey der Gradmessung aber muß man aus etlichen Klaftern Unterschied zwischen der Rechnung und Messung nicht gleich auf die Abweichung des Grades von der Regel schließen: indem nach dem Mittel 1 Sekunde

Fehler der Messung eines Grades $\frac{57050}{3600} = 15,84$

O 5

Klaf-

Klaftern Abweichung der übrigens ganz richtigen Ausmessung von der Rechnung machet; mithin

2''	31, 68	Klaf.
3''	47, 52	—
4''	63, 36	—
5''	79, 20	—

6''	95, 04	Klaf.
7''	110, 88	—
8''	126, 72	—
9''	142, 56	—
10''	158, 40	—

Wie leicht ist nun nicht, bey der Beobachtung der Breiten, oder Messung des Grades, 10 und mehr Sekunden zu fehlen, wie große Pracktiker der Astronomie versichern, und der Parisergrad selbst beweiset, davon zwey, genaue Messungen 258 Toisen, oder 258.3600: 57080 = 16,6 Sekunden differiren.

2. Z U S A T Z.

163. §. Wenn man die Messung eines Grades in Klaftern richtig, und die Differenz zwischen ihr und der allgemeinen Bestimmung der Kugelform d , und des Grades Größe g setzt: so ist der Fehler oder die Abweichung des Grades von der Regel $3600. d : g$; und nach dem Mittel, welches davon wenig unterschieden ist, $360. d : 5705 = 0,06310. d$ Sekunden; mithin

Die

Die Abweichung der Gradmessung.

Breite	Klafter	Sekunden
in Frankreich.		
bey 49° 56'	+ 0, 3	— 0, 02
— 49 23	— 6, 1	+ 0, 38
— 49 3	— 8, 4	+ 0, 53
— 47 58	+ 0, 8	— 0, 05
— 47 41	— 11, 5	+ 0, 72
— 46 51	— 7, 5	+ 0, 47
— 46 35	— 11, 7	+ 0, 74
— 45 45	— 5, 1	+ 0, 32
— 45 43	— 14, 8	+ 0, 93
— 44 53	— 7, 2	+ 0, 45
— 43 31	+ 8, 2	— 0, 52
— 45 0	— 22, 0	+ 1, 39
in Deutschland		
— 48 43	+ 10, 6	— 0, 67
— 47 47	+ 4, 5	— 0, 28
— 47 15	— 1, 6	+ 0, 10
in Ungarn		
— 45 47	— 174, 0	+ 10, 98
in Italien		
— 43 1	+ 40, 0	— 2, 52
— 44 57	+ 415, 4	— 26, 21
in Lappland		
— 66 20	+ 248, 0	— 15, 61
in Afrika		
— 33 18	+ 65, 0	— 4, 11
in Amerika		
— 39 12	— 5, 6	+ 0, 35
— 0 0	— 100, 0	+ 6, 33

Hier

Hier ist nur eine einzige Gradmessung, die Turiner in Italien, welche von unserer Bestimmung mehr abweicht, als zwey verschiedene Messungen des Parisergrades unter sich abweichen; die andern alle weniger. Und nehme man die *elf* ersten Gradmessungen in Frankreich, die *drey* in Deutschland, und den *ersten* in Amerika, zusammen *fünfzehn*: kann man mehrere Uebereinstimmung der Messung mit der Bestimmung wünschen, als da ist? keine differirt 1 Sekunde und die grösste Differenz in Klaftern beträgt nicht 15; und bey *neunen* ist die Differenz kleiner als 8 Klaftern, bald positiv, bald negativ. Wenn die Differenz in Klaftern positiv; so ist die in Sekunden negativ; und so umgekehrt: das ist, wenn das Maass in Klaftern grösser ist als die Bestimmung; so ist das in Sekunden so viel als die Tabelle giebt, zu klein gewesen; und so auch umgekehrt: und das Mittel von 21 Gradmessungen, das ist, von allen ausser der Turiner, beträgt nicht $\frac{1}{10}$ Klafter Unterschied von unserer Bestimmung, das heisst, gar keinen. Diefs ist also Bestätigung von der bestimmten Kugelforme und Grösse der Erde genug. Zudem findet man Ursachen bey denen, die etwas weit abweichen, warum es geschehen; und, dafs es wohl hat geschehen müssen. Nehmen wir gleich den Turinergrad in Italien, welcher aus allen am meisten abweicht: hat dieses nicht geschehen müssen? liegt da nicht am nördlichen Ende, gleich bey Andrat der hohe Berg *Montecavallo*, der an einem Orte 1098 und an einem andern 2212 Toisen hoch ist?

hat

hat der nicht müssen das Pendel an sich ziehen, und also die Beobachtung des Grades in Sekunden kleiner, folglich das Maafs in Klaftern gröfser machen? hat nichts ähnliches in Amerika beym Aequator, wo die höchsten Gebirge der Welt sind, geschehen können und müssen? sie sind just zwischen den errichteten Sternwarten zu Cochesqui und Tarqui: so haben sie dann gewifs den Bogen in Sekunden zugrofs und im Klaftermaafs zuklein gemacht. In Afrika hat es wieder nothwendig geschehen müssen: weil am südlichen Ende der Messung das Gebirg, der 550 Klafter hohe Tafel-Löwen- und Teufelsberg ganz nahe ist. In Lappland hat die grofse Abwechfelung der gröfsten Kälte und Hitze in einem Tage, können grofse Verhindernifs und Veränderung in der Beobachtung und Messung machen; ob schon diese Messkünstler sich zu legitimiren suchen. Oder vielleicht sind dort, wo alles, wie Maupertuis sagt, von Eisen und Magnet ist, Sachen in der Erde, welche das Pendel am nördlichen Ende der Messung stärker gegen Norden gezogen haben: gleichwie Liesganig vom ungarischen Grade gegründete Vermuthungen und am Gräzergrade, dessen Theile abweichen und im Ganzen einstimmen, klare Beweise hat. Boscovich findet ebenfalls den Grund der ob schon geringern Abweichung seiner Gradmessung in dem appeninischen Gebirge von Italien; und *de la Caille* beym letzten Grade von Frankreich, an den Pyrenäen. Was mangelt also, dafs nicht alle Gradmessungen
mit

mit der Erde vollkommenen Kugelforme und bestimmten Grösse übereinkommen? Nichts! sondern alle kommen überein: und wo eine Abweichung geschehen; da hat sie wegen besonderer Umstände geschehen müssen; und diese Ausnahme weniger Fälle, davon die Ursachen bekannt sind, ist eine Bestätigung der allgemeinen Regel oder Kugelforme der Erde. So sind die Kosten, welche grosse Monarchen auf die Ausmessung der Erde verwendet, und die Mühe, welche sich die Weisen da, auch bey abweichenden Gradmessungen, gegeben haben, nicht umsonst. Der Erde Gestalt und Grösse nebst einigen Abweichungen der Pendel, ist dadurch nun bestimmt und *sicher*: wir können an ihrer Kugelforme, von ungleichen Graden der Breite und der bestimmten Grösse nicht mehr *zweifeln*.



N Ü T Z L I C H E F O L G E N:

FÜR DIE GEOGRAPHIE.

1. Die Erde ist kugelrund; und ihr Halbmesser bis zu des Meeres Oberfläche hält 3268724 Klaftern, oder 19612344 Schuh Parisermaß, oder 3359071,53 Wienerklaftern oder 20154429,18 Wienerschuh; der verlängerte Halbmesser weicht aber bey verschiedener Breite von der Vertikale oder der Schwere Richtung gegen Süden ab, wie der zweyte Unterschied der Tafel der 3. *Anmerkung II. Aufgabe* zeigt.

2. *Grade der Breite* sind wahre oder scheinbare. Die *wahren* sind alle einander gleich; ein jeder ist der neunzigste Theil des Bogens zwischen dem Aequator und Pole; und eines Ortes *wahre Breite*, der Bogen des Meridians zwischen ihm und dem Aequator. Diese würde man am Himmel messen, wenn aus der Erde Mittelpunkte durch den Ort bis zu einem Sterne eine gerade Line gieng; der Bogen des Meridians am Himmel zwischen diesem Sterne und dem Aequator würde des Ortes wahre Breite seyn. Des Ortes *scheinbare Breite* ist der Winkel auf der Meridianfläche zwischen der senkrechten, oder verlängerten Richtung der Schwere, und des Aequators Durchmesser: welche größer als die wahre Breite ist; und so sind auch die Grade dieser Breite ungleich. Wie sich diese Breite bey jedem Grade vermehret, zeigt der erste Unterschied
der

der Tafel in der 3. *Anmerkung* der II. *Aufgabe*; und wie sich der Grad vermehret, der zweyte Unterschied: welcher aber bis 45° negativ, hernach bis 90° positiv ist, oder, da von $60'$ abgezogen, hier addiret wird. Der erste Unterschied hingegen ist stets positiv, oder wird allezeit zu der Anzahl Grade der wahren Breite addiret, wenn man die scheinbare finden will; hingegen subtrahiret, wenn man aus der scheinbarn Breite, welche die von Astronomen bestimmte oder in Büchern gegebene ist, die wahre finden will.

3. Ein wahrer Grad jedes grössten Zirkels hat bey des Meeres Oberfläche 57050 Pariserklaftern; und bey einer Höhe darüber von 170 Klaftern hat er 57053 solche Klaftern. Wie sich die Grade der scheinbarn oder gegebenen Breite bey dieser Höhe verhalten, wie auch ihre wirkliche Grösse in solchen Klaftern, weist die Tafel im Anfang der Auflösung der III. *Aufgabe*.

4. Ist eine andere Höhe des Erdreichs über dem Meere als 170 Klaftern: so darf man nur zu 170, zu 3 und zu dieser Höhe die vierte Proportionale suchen, und diese, weniger 3 Klaftern, zu der Anzahl Klaftern des Grades in der Tabelle addiren, das heisst, erst davon 3 Klafter abziehen, und hernach die gefundene Proportionale dazu addiren, um des Grades Grösse zu bekommen. Man wird gewöhnlicher Weise, der Tafel folgen können: weil das Erdreich gemeiniglich jene Höhe über dem Meere beyläufig haben wird.

5. Will man die Grösse eines Grades eines Parallelzirkels von einer gegebenen Breite finden: so muß man erst aus dieser gegebenen oder scheinbarn Breite die wahre suchen (Num. 2); hernach spricht man: wie der Sinus Totus zu dem Cofinus der wahren Breite, also 57050 zu der Anzahl Klaftern des gesuchten Grades bey des Meeres Oberfläche. Ist das Erdreich höher: so setzt man vorher die Num. 4 gefundene vierte Proportionale zum vorigen dritten Satze 57050 hinzu.

6. Weis man wieviel Klaftern auf einen Grad kommen; so weis man auch, wieviel auf 1. Minute kommen, indem man jene nur durch 60 dividiren darf. So kommen auf 1. Minute des mittlern oder wahren Grades oder des Aequators bey des Meeres Höhe $57050:60 = 950\frac{5}{8}$ Klafter und auf 1 Sekunde $15\frac{5}{8}$ Klafter.

7. Weil eine deutsche Meile der 15. Theil eines mittlern oder wahren Grades ist: so ist ihre Grösse bey des Meeres Höhe $57050:15 = 3803\frac{1}{3}$ Klaftern; und bey der Höhe, die 170 Klafter grösser ist, $3803\frac{8}{15}$ Klafter. So kann man dann gar wohl für eine deutsche Meile überhaupt $3803\frac{1}{2}$ Klaftern annehmen: welche der mittlere Grad des Meridians, der 45° der Scheinbarn Breite, wie auch ein jeder der wahren Breite und des Aequators haben wird: die übrigen der scheinbarn Breite haben mehr oder weniger, nach der bestimmten Verhältniß ihrer Grösse.

8. Wenn man eine Strecke Landes geometrisch aufgenommen, davon einen Plan oder Verzeichnung gemacht hat; und man die Grade der Länge und Breite darauf tragen, folglich eines jeden Ortes Länge und Breite dadurch bestimmen soll: so muß man erstlich die Länge und Breite (versteht sich die scheinbare) des Hauptortes durch die nöthige Beobachtung der Sterne oder in einem wahren geographischen oder astronomischen Verzeichnisse der Längen und Breiten suchen, dergleichen man in meiner kleinen Erdbeschreibung findet. Zweytens sucht man die Mittagsline dieses Hauptortes; und zieht sie auf dem Plane, und durch denselben Ort eine senkrechte auf diese Mittagsline, als den Parallelkreiß der Breite dieses Ortes; und schreibe da zu der Mittagsline oben und unten den gefundenen Grad der Länge, oder wenn sie nicht bekannt, o, das Zeichen des ersten angenommenen Meridians; und zu den Seiten, an die Ende der Senkrechten oder des Parallelkreißes den gefundenen Grad der Breite hinzu. Drittens mißt man nach dem verfertigten Maßstabe, auf der Mittagsline die Breite, und auf der senkrechten oder dem Parallelzirkel die Länge des Planes; und suchet durch die Anzahl der Klaftern, die Breite und Länge des Planes in Graden (nach Num. 5 und 6); proportioniret die Grade der Länge des nördlichsten und südlichsten Parallelzirkels des Planes gegeneinander, trägt sie da oben und unten, wie auch die der Breite zu den Seiten des Planes auf; hängt die ersten durch gerade Linen als so viel Me-

Meridianbögen, und die andern ebenfalls durch gerade Linen als soviel Parallelbögen, wenn der Plan nicht viel Grade in sich hält, zusammen; so zeigen diese darauf der Oerter Länge und Breite.

9. Einen Durchschnitt der Erdkugel nach dem Meridian von etlichen Graden zu verzeichnen: dieser sey der von Wien, Herrn *Liesganigs* Messung dreier Grade des daigen Meridians in solchem vertikalen Durchschnitte, welchen das Titelpupfer vorstellet: da zieht man erst eine gerade oder die Mittagsline in der Gröfse als man die Verzeichnung machen will; bestimmt hierauf den Ort (Wien) des Meridians, und eines Grades Gröfse, folglich auch des Halbmessers seine, der beynahe 57mal so groß als ein Grad ist; richtet da in dem Orte (Wien) eine Senkrechte auf, und zieht aus demselben Orte eine andere (welche von ihr so viel abweicht, als der Erde Radius von der Vertikale, hier $5'45''$, welche Abweichung aber in der Figur kaum merklich ist) in der Gröfse dieses Halbmessers, und beschreibt damit einen Zirkelbogen, welcher von der Mittagsline, die hier von der Tangente gegen Süden aufwärts $5'45''$ folglich kaum merklich abweicht, geschnitten wird, der Bogen des Meridians ist, und bey einem Grade $\frac{1}{144}$ Grad = $\frac{1}{9}$ Minute, und nach dem zweyten Grade, wenigstens $\frac{4}{9}$ oder 2 Minuten niedriger, als die Tangente ist. In unserer Figur, hat ein Grad 2 Wienerzoll, folglich der Halbmesser 114 solche Zolle oder $9'6''$, und die Gegend von Warasdin ist nicht viel über 2 Minuten

des Grades unter der Tangente von Wien. Hernach trägt man die Oerter auf: welche, wenn sie nah bey dem Meridiane, gar nicht weit davon gegen Osten oder Westen liegen, auf selben in der Weite, die sie von der Wienerperpendikulare haben, aufgetragen werden können, mit Bemerkung ihrer Höhe über dem wahren Horizonte oder Bogen. Sind sie aber etwas weit von dem Meridiane entfernert; so sollten sie unter den Bogen getragen werden, soviel als der Quersinus (sin. vers.) des Bogens, welcher ihre Weite vom Meridiane ist, erfordert. Zu sehen, was dieses in unserm Beyspiele austrage, setze ich zuvor aller Oerter Höhen und Weiten von der Wienerperpendikulare und Mittagsline her, soviel da bestimmt worden:

Erstlich die Höhen über dem Meere in Wienerklastern.

Sobieschitz.....	181
Der H. Kreuzkirchthurm.....	198
Der Spilberg zu Brünn.....	150
Des H. Peregrin Kapelle.....	163
Des H. Anton Kirchthurm.....	113
Der Miskogel.....	192
Der Meierberg bey Polau.....	275
Oberleis, der Frauenkirchthurm.....	229
Schrickerkapelle von der HH. Dreyfaltigkeit.....	132
Der Marchfelderstandline nördl. Ende..	75
— — — — — südl. Ende..	72
Der Hundsheimerberg bey Hainburg..	230
Die	

Die H. Leopoldkirche auf dem Kalenberg, die Mauer darum.....	212
Der Stephansthurm zu Wien bey der Uhr.....	117
Der Stand auf der Jesuitersternwarte allda.....	94
Der Ort des Barometers eben da.....	88
Rauchenwart.....	102
Der Anningerberg.....	332
Die Rosaliekirche aufm Berge.....	379
Der Neustädterstandline nördl. Ende...	132
— — — — — südl. Ende...	169
Der Pittenberg.....	242
Neunkirchen, der Pfarrkirchthurm.....	190
Der Emerberg.....	274
Der Wexel.....	929
Der Hutwisch.....	486
Der Hochkogel bey Neidau.....	235
Der Schöckel bey Grätz.....	795
Zu Grätz die Sternwarte des P. Guldin..	226
Der H. Johann und Paul Kirchthurm....	324
Reggersburg, der Schloßkirchthurm..	274
Der Berg Wildon.....	294
Die Heil. Urbankirche aufm Berge bey Marburg.....	370
Die H. Magdalenenkirche.....	194
Jerusalem in Luetenberg.....	148
Die H. Urbankirche auf dem Sauritsch..	220
Zu Warasdin der Jesuiterkirchthurm....	45

Gegen Norden die Weiten in Wienerklastern.

von der Perpendikulare,	von der Mittagsline		
Leopoldkirche.	4070,6	—	1228,1 geg. Ab.
Oberleis.....	20585,8	—	223,6 geg. Ab.
Miskogel.....	46795,5	—	645,7 geg. Ab.
Polauerberg...	53548,2	—	6749,1 g.Morg.
Brünn.....	57601,5	—	8693,9 g.Morg.
Kreuzberg....	60749,6	—	9588,9 g.Morg.

G e g e n S ü d e n.

Anningerberg.	9154,6	—	4915,0 geg. Ab.
Emerberg.....	22657,7	—	10788,1 geg. Ab.
Wexel.....	39694,1	—	18433,3 geg. Ab.
Schöckel....	59072,6	—	36548,9 geg. Ab.
Grätz.....	66457,0	—	37480,7 geg. Ab.
Wildon.....	78226,2	—	34303,1 geg. Ab.
S. Urban bey Marburg....	93956,5	—	31133,7 geg. Ab.
— — Anken- stein....	108349,9	—	11687,6 geg. Ab.
Warasdin....	111700,9	—	2907,3 g.Morg.

Die übrigen sind nach der liesganischen Figur aufgetragen.

Also ist unter dem wahren Horizonte von Wien die Tiefe

von der Leopoldkirche $\frac{1228. 1228}{3359071.2} = 0,3$ W.Kl.

— Oberleis.....	0,0
— Miskogel.....	0,0
— Polauerberg.....	6,8
— Brünn.....	11,2
— Kreuzberg.....	13,7

von

von Anningerberg.....	3,6	W.Kl.
— Emerberg.....	17,3	
— Wexel.....	50,5	
— Schöckel.....	198,8	
— Grätz.....	209,1	
— Wildon.....	175,1	
— S. Urban bey Marburg..	144,2	
— — — bey Ankenstein...	20,3	
— Warasdin.....	1,2	

Hievon ist auch die grösste in der Figur nicht merklich: darum werden die Oerter alle im Bogen des Meridians angemerket.

Man trägt also die Grade der Breite auf. Dazu nimmt man einen Grad willkührlich an, doch so, daß alle auf dem Papiere Platz haben, und theilet ihn in seine 60 Minuten, oder von 10 zu 10'. Der Grade Unterschied in der Grösse ist da auf dem Papiere nicht merklich. Also kann man den 48ten, den mittlern der Figur, dessen Grösse 57070 Pariserklaftern oder 58648 Wienerklaftern beträgt, für den Maassstab annehmen, die andern Grade darnach richten, diesem nur gleich machen, und die Grade so stellen, daß Wien (die dasige Jesuitersternwarte) unter den $40^{\circ} 12' 34'',5$ der Breite komme. Darum wäre noch besser, man trage vorher die Grade auf, hernach die Oerter: Wien, wie gesagt; und die übrigen, wovon die Breite bestimmt ist, wie folget:

Sobieschitz, unter..	49°	15'	3",5	der Breite.
Brünn das Schloß..	49	11	28	, — —
Grätz, Sternwarte...	47	4	9	, — —
Warasdin.....	46	18	18	, — —

Die andern, davon die Breite nicht war beobachtet worden, trägt man nach ihrer Weite von der Perpendikulare auf. Theilet man des Grades Grösse durch 6, so kommen auf 10 Minuten $9774\frac{2}{3}$ Klaftern (Wiener); folglich auf 1 Minute $977\frac{1}{3}\frac{4}{5}$ Wienerklaftern: welche in der Figur gut zu sehen ist. Nach solchem Masse trägt man also sowohl die Höhe der Oerter als ihre Weite von der Wienerperpendikulare auf. Man muß nämlich ausrechnen, wie viel Minuten die in Klaftern gegebene Höhe oder Weite betrage; wozu man diese nur durch 977 dividiren darf. Da sieht man dann, daß alle Höhen fast unmerklich sind, außer die vom *Wexel*, *Schöckel*, *Hutwisch*, *S. Rosalie*, *S. Urban* bey Marburg, *Anningerberg*, etc.

Weil nun der Zirkelbogen die Oberfläche oder Höhe des Meeres anzeigt: so muß man durch die obersten Punkte der darauf bemerkten Oerter eine krumme Line ziehen, welche der Durchschnitt der Oberfläche des Erdreichs seyn wird, und hier anzeigt, wie wenig diese von des Meeres seiner unterschieden ist; welches die Figur ziemlich sichtbar machet, worin nur einige Berge erhöht sind. Denn betrachte man nur: dieser Bogen hält 3 Grade und der ganze Durchmesser 19 Wiener Schuh; was ist das nicht für eine Grösse von einer Kugel?

gel? wird man daran wohl diese Ungleichheiten spüren? kaum: weniger, als die bey manchen natürlichen Gewächsen, zum Beyspiele einem Kürbse, einer Melone, welche sich da von der Figur des Ganzen unterscheiden, etwas erhaben oder niedriger sind, wie unlängst ein Freund, ein vernünftiger, rechtschaffener Mann anmerkte. Diese Figur der Erde, und was darüber ist gesagt worden, die Abweichung der Senkrechten oder der Richtung der Schwere von dem Erdradius, den größern Winkel zwischen ihr und der südlichen Erdoberfläche, etc. sichtbar, sinnlich begreiflich zu machen ist die Ursache dieser verfertigten Figur des Titelkupfers: und alles wird noch sinnlicher werden, wenn der Liebhaber diese Figur vergrößern will. Derselbe wird sie auch aus den Massen, so weit diese gegeben sind, leicht in Grund legen.

Von der Größe des hier verzeichneten Mondes muß ich noch was sagen. Er nimmt da $\frac{1}{2}$ Grad ein, wie er beynah am Himmel erscheint. Diese Abbildung ist also 1 Wienerzoll im Durchmesser. Folglich muß des Auges Weite davon sehr groß, $105\frac{5}{8}$ Wiener Schuh seyn; weil, nach unserm vortrefflichen Astronom *Hell*, des Mondes Bild in der Weite eines Schuhs nur 1,37 Line ist (*Beyträge zu verschiedenen Wissenschaften, von einigen österreichischen Gelehrten*); und des Auges Weite vom Objekte, dem Meridiane, muß fast 37 Millionen Wienerklaftern betragen; vom Monde, versteht sich so, vielmehr. Man bildet den Mond, doch sonst, noch viel größer ab.

Was will er aber dahier? er kann uns da, an die einzige Ursache der Präcession erinnern, wie die übrige Figur an die wahre Gestalt der Erde: gleichwie die untergegangene Sonne, deren Stralen noch beym Polauerberge zu sehen, anzeigen kann, daß sie wenig oder gar keine Ursache der Präcession sey.

10. Da die Schwere der Körper auf der Erde Oberfläche veränderlich, in nördlichen Ländern gröfser als in südlichen ist; so ist die Frage: ob sich auch die Gewichte verändern, in nördlichen Ländern gröfser als in südlichen seyn, so daß der, welcher in südlichen Ländern etwas nach dem Gewichte gekauft hat, hernach, wann er in sein nördliches kommt, mehr an Gewichte hat, als er hätte, wenn er es hier gekauft hätte? Allein da sich die Schwere aller Körper, und zwar ebenmäfsig ändert; so ist alles eins: man mag nach einem Gewichte, das ist nach dem nämlichen Körper, welcher das Maß ist, eine Sache in südlichen oder nördlichen Ländern kaufen; man bekommt immer gleichviel, das nämliche Maß, ein Gewicht, welches diesem überall gleich ist. Die Gewichte verhalten sich nämlich, wie der Körper Massen, welche überall dieselben bleiben. Die Geschwindigkeit, womit sie fallen, verändert sich nur an verschiedenen Oertern des Meridians: an dem nämlichen Orte ist sie bey allen Körpern gleich.

FÜR DIE ASTRONOMIE.

1. Da in den Parallelzirkeln der Schwere Richtung von dem Mittelpunkte der Erdkugel gegen Süden abweicht, oder die Breite am Himmel immer größer erscheinet als sie wirklich auf der Erdkugel ist: so ist das am Himmel beobachtete *Zenith* nur das *scheinbare*, nicht das *wahre*: dieses, das wahre, sollte durch eine Line bestimmt werden; welche aus der Erde Mittelpunkte durch den Parallelzirkel gerad bis zum Sternhimmel hingehet. So finden wir dann das *wahre Zenith* durch den ersten Unterschied der Tafel der 3. *Anmerkung* der *II. Aufgabe*, welcher nämlich der Bogen zwischen dem *scheinbarn* und *wahren Zenith* ist, wenn das *Scheinbare* angenommen oder bekannt, wie gemeiniglich geschieht, oder man suchet es nach den da gegebenen Regeln und Beyspielen noch genauer. Weis man das *wahre Zenith*; so weis man auch das wahre Nadir: weil diese diametraliter entgegengesetzt, oder 180 Grad voneinander entfernt sind; wie die *scheinbarn*: nur dieser letzten Breite ist größer, als des *wahren Zenith* oder Nadir seine ist. Wer die Mühe auf sich nehmen will, kann also nach obigen Regeln noch leicht nützliche Tabellen für die Astronomie machen.

2. Auf solche Weise giebt es auch *zweyerley Horizonte*, den *scheinbaren* und *wahren*. Der *scheinbare* ist, auf dessen Mittelpunkte das *schein-*

scheinbare Zenith, das gewöhnliche beobachtete, senkrecht stehet. Der *wahre*, auf dessen Mittelpunkt das *wahre Zenith* senkrecht stehet. Sie sind so unterschieden, wie das *scheinbare* und *wahre Zenith*, oder Nadir; machen in der Erde Mittelpunkte einen Winkel miteinander, welcher dem Bogen zwischen dem *scheinbarn* und *wahren Zenith* gleich ist. Darum wird der wahre Horizont gegen Süden niedriger, und gegen Norden höher, als der *scheinbare*, seyn.

3. Man hat zwar so schon einen *scheinbarn*, oder vielmehr *sichtbarn* Horizont erkannt, und ihn von einem wahren unterschieden. Allein dieser wahre ist unser *scheinbare Num. 2.* und dieser *scheinbare*, welcher schon oft der *sichtbare* (*visibilis*) genannt worden, soll nach uns allezeit diesen Namen der *sichtbare Horizont* (Gesichtskreis) haben. Er ist überhaupt eine Zirkelfläche, welche unsere Erdkugel oben tangirt, und mit dem Horizonte, welcher sie im Mittelpunkte schneidet, parallel ist. Der *sichtbare Horizont* ist also, wie dieser, zweyerley, nach dem er dem *scheinbarn* oder wahren parallel ist, der *scheinsichtbare* und *wahrsichtbare*. Gewöhnlicher Weise hat man durch den *sichtbarn* immer den ersten verstanden, wie man durch den wahren Horizont nur unsern *scheinbarn* versteht.

4. So sind die bisher angegebenen Tageslängen nicht die *wahren Tageslängen*, oder Zeiten, welche die Sonne oder ein anders Gestirn über unserm wahren Horizonte zubringt, sondern nur die *scheinbarn*, oder Zeiten, welche

che sie über unserm scheinbarn Horizonte zu bringet. Jene zu finden, muß man des Ortes wahre Breite und zu dieser nach der bekannten Regel die Tageslänge suchen: welche seine wahre seyn wird.

5. Die beobachteten und bisher bestimmten *Höhen* der Sterne sind auch nicht die *wahren*, über unserm wahren Horizonte; sondern die scheinbarn über dem scheinbarn Horizonte. Solche Bewandniß hat es auch mit der *Polhöhe*, welche der Breite gleich ist.

6. Die Sterne, die Fixsterne, haben gleichsam eine unendliche Weite von der Erde, keine Parallaxe; der Erdkugel Halbmesser ist dagegen für nichts zu rechnen: wie ist es aber mit den Höhen der Himmelskörper, des Mondes, der Sonne, der Planeten etc. die keine so unendliche Distanz, sondern eine Parallaxe bey ihren Höhen, und Stellen des Himmels haben, an einem andern Orte desselben, aus der Erde Mittelpunkte, als von ihrer Oberfläche gesehen werden? Allein es hat die nämliche Beschaffenheit mit ihren Höhen, wie mit der Fixsterne ihren. Sowohl ihre *Höhe*, die man von der Erde Oberfläche aus, sieht, als die durch diese und der Erde Halbmesser berechnete, wie man sie aus dieser Mittelpunkte sehen soll, ist nur die *scheinbare*; wenn sie nach dem scheinbaren Zenith, nach welchem der Schwere Richtung geht, bestimmt wird, wie zu geschehen pflegt. Ihre *wahre Höhe*, sowohl aus der Erde Mittelpunkte als Oberfläche betrachtet, wird nach dem wahren Zenith, dem Ende des verlängerten Erdradius bestimmt. Da sind also
auch

auch zweyerley *Parallaxen*, die *scheinbare*, bey der scheinbaren Höhe, und die *wahre*, bey der wahren Höhe; und diese *Parallaxen* verhalten sich, wie die *Cosine* dieser Höhen: weil die *Parallaxen* der Höhen sich überhaupt, wie die *Cosine* der Höhen, verhalten.

6. Da wir bisher die Breiten, die Zenithe, die Höhen der Gestirne, u. s. f. in die wahren und scheinbaren unterschieden haben: so verändert sich dadurch auch nothwendig der Gestirne *Azimuth*, welches bey verschiedener Polhöhe nicht das nämliche seyn kann: und man findet es bey jeder, sowohl der wahren als scheinbarn Polhöhe, nach der gemeinen Regel (Wolfii Element. Astronom. 302).

7. Da man alles dasjenige, was ich bisher das *Scheinbare* genennet habe, gemeiniglich für das *Wahre* hält; so hat man bey der Meinung der so sehr eingedrückten oder abgeplatteten Erdkugel, noch eine besondere *Parallaxe* zu berechnen gesucht, die von dieser Eindrückung und der Schwere senkrechten Richtung auf dieser Kugel bey nähern Himmelskörpern, dem Monde, u. d. g. entsteht, folglich auf die Veränderung des Erdradius und des Winkels, welchen jene Richtung mit diesem macht, und der Himmelskörper Weite sich gründet: wovon Herr *de la Lande* in dem neunten Buche seiner *Astronomie*, §. 1307. etc. handelt. Bey demselben Himmelskörper rühret die Veränderung dieser *Parallaxe* hauptsächlich von diesem Winkel her, den der Schwere Richtung mit der Erde Halbmesser macht: der Unterschied derselben von dem veränderlichen Halb-

Halbmesser ist nicht zu betrachten: wie der Winkel; so verhält sich diese Parallaxe. Sie gilt also auch bey der Erde vollkommenen Kugelforme; wenn man den scheinbarn Horizont für den wahren annehmen will: denn auch bey dieser ist ein Winkel zwischen der Schwere Richtung und dem Erdradius; nur ist er nicht so groß, und dieser Radius unveränderlich. Daher ist diese in Herrn *de la Lande* Astronomie bestimmte Parallaxe viel zugroß; da er jenen Winkel von 19 Minuten angenommen, und dieser nach unserer Bestimmung noch nicht 6' ist. Indessen kann man doch durch den von ihm gefundenen Werth, oder durch seine Tabellen von dieser Parallaxe, und das Verhältniß seines und unseres Winkels, diese Parallaxe bey der Erde wahren Kugelforme leicht finden. Unsern Winkel zeigt der erste Unterschied der Tafel der 3. *Anmerkung* der II. *Aufgabe*. Nehme ich diesen von 5' mit Weglassung der Sekunden, wie sie auch *de la Lande* weggelassen, um seine Tabellen recht gemeinützig für viele Länder zu machen; und den Werth einer seiner bestimmten Parallaxe von 19 Sekunden an: so kommen für diese Parallaxe statt 19" nur 5"; folglich ein Unterschied von 14", um welche da gefehlt wäre: ein Fehler der fast noch dreymal so groß, als wenn man gar keine solche Parallaxe berechnet hätte; indem er ohne Berechnung nur 5" betrüge. Noch einmal: Divine Wolfi! Du großer Mann! Deine göttliche Methode...

8. Was ist nun zu thun? soll man den scheinbarn und wahren Horizont, wie bisher ist

ist beschrieben worden, unterscheiden, und so nach unserer Regel diese Parallaxe, die von dem Winkel zwischen der Schwere Richtung und dem Erdradius herrühret, bestimmen; oder soll man unsern scheinbarn Horizont, wie bisher geschehen, immer für den wahren annehmen, und diese Parallaxe so, wie Herr *de la Lande*, und andere mit ihm, bestimmen? dieses wird auf die Praktiker der Astronomie, die wirklichen Astronomen ankommen. Diese werden wohl einsehen, welche die wahre und leichteste Methode ist; die sie gewiss wählen werden. Unstreitig ist es besser, diese Parallaxe, ihre Rechnung, lieber ganz weglassen, als den Winkel zwischen der Schwere Richtung und dem Erdradius von 19' annehmen, und sie darnach bestimmen.

9. Ich könnte wohl noch mehr Anwendungen der Kugelforme der Erde machen, z. B. bey dem Sehbogen (*arcus visionis*), bey welchem die Sonne sich unterm Horizonte befinden muß, wann die Sterne darüber sichtbar werden oder dem bloßen Auge verschwinden; welcher anders beym wahren als scheinbarn Horizonte ist; allein ich muß die gänzliche Verbreitung ihres Nutzens in der Astronomie und andern Disciplinen, geübertern und einsichtigen Männern überlassen. Also ist hier dieses Werks Ende.





I N H A L T.

GESCHICHTE DER BESTIMMUNG DER GESTALT UND GRÖSSE DER ERDE.

1. §.  Ob die Bestimmung der Grösse und Gestalt der Erde nützlich?
2. §. Was die Alten für eine Gestalt der Erde geglaubt?
3. §. Was die Weltweisen, insonderheit Aristoteles für eine erkannt?
4. §. Gründe der runden Gestalt der Erde.
5. §. Was für Methoden, die Grösse der Erdkugel zu finden?
6. §. Was für Masse, und ihr Verhältniß?
7. §. Wie man sie finden kann?
8. §. Wie die Nachkommen unsere verlorene Masse wieder finden könnten?
9. §. Vom Stade und Meilenmasse.
10. §. Verhältniß der Gewichte.
11. §. Die Grösse der Erdkugel nach dem Aristoteles, Eratosthenes, Hipparch, Posidonius, Strabo, Ptolomäus, den arabischen Messkünstlern, dem Geographen von Nubien, Fernel, Snellius, Musschenbroek, Norwood, Riccioli und Grimaldi?
12. §. Ausmessung der Erde von Picard.
13. §. Warum die Erdkugel bey den Polen eingedrückt?

Gerlach Bestimmung.

Q

14. §.

I n h a l t

14. §. Wieviel nach dem Huyghens und Newton?
15. §. Wo die Schwere geringer?
16. §. Messung des Parisermeridians durch ganz Frankreich.
17. §. Schluss daraus: daß die Erde länglich sey.
18. §. Die Gradmessung von Tornea widerspricht dieser länglichen Gestalt.
19. §. Die zweyte Gradmessung von Frankreich ebenfalls.
20. §. Man will die picardische Gradmessung verbessern.
21. §. Diese stimmt aber nahe mit der letzten von Frankreich überein: wie? die Toisen?
22. §. Die Gradmessung von Quito, und die Figur der Erde nach Bouguern.
23. §. Die Gradmessung auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung.
24. §. In Italien, von Boscovich.
25. §. Von Paris.
26. §. Von Turin.
27. §. Von Wien.
28. §. Von Ungarn.
29. §. Von Nordamerika.
30. §. Tabelle genauer Gradmessungen nach Picards Zeiten.
31. §. Wie sie abnehmen? und von Bouguers Hypothese.
32. §. Wie sie mit der newtonischen Theorie übereinstimmen? und *d'Alemberts* Ausspruch.
33. §. Tabelle von der beobachteten Länge der Pendel an verschiedenen Orten der Breite.
34. §. Wie sie abnehmen? und eine Tabelle der Pendellängen nach Newton.

I. A u f g a b e.

35. §. Eine Tabelle der Länge der Pendel im leeren Raume, und ihre Regel. Wie sie mit der newtonischen Theorie zutreffe, und diese von andern Männern weiter ausgeführt worden?
36. §. Ob der Erde Figur irregulär?
37. §. Was die Gebirge dazu beytragen: und d'Alemberts Vorschlag?
38. §. Bücher von dieser Materie.
39. §. Warum unsere Aufgaben hier folgen?
40. §. Ausgezogene Sätze aus dem Buche la Figure de la Terre par Mr. Bouguer.

I. A U F G A B E.

41. §. Von der Höhe des Wassers in einer Röhre, die aus der Erde Mittelpunkte zum Pole und Aequator reicht.
42. §. Wie der Körper Schwere in der Erde?
43. §. Wie die in einem Parallelzirkel; und wie hoch das Wasser in einer dafigen Röhre, die statt der im Aequator ist?
44. §. Wie, wenn die Röhren nicht zu der Erde Mittelpunkte reichen; sondern mittelst einer dritten, krummen, vereinigt sind?
45. §. Wie, wenn die Krumme sehr weit vom Mittelpunkte entfernt ist?
46. §. Wie des Wassers Höhe in einem Parallelzirkel?
47. §. Ob ein Unterschied der Höhe des Wassers in den Röhren, davon die eine zum Mittelpunkte reicht, und die andere nicht?
48. §. Wie, wenn mehrere Röhren sind?
49. §. Wozu diese Aufgabe mit den Zusätzen diene?

I n h a l t

- 50. §. Verhältniß der Schwere unterm Pole und Aequator, und des kleinsten und größten Halbmessers der Erde, wenn diese ganz fließig gesetzt wird.
 - 51. §. Noch eine Verhältniß dieser Halbmesser und das Mittel von beiden.
 - 52. §. Grösse der Halbaxe der Erde, und des Meeres Tiefe.
 - 53. §. Wo des Meridians Grade gröfser?
-

II. A U F G A B E.

- 54. §. Von den ungleichen Graden der Erdkugel.
- 55. §. Von der wahren und scheinbarn Breite; und diese aus jener zu finden.
- 56. §. Die wahre aus der scheinbarn zu finden.
- 57. §. Formel zu dieser Rechnung.
- 58. §. Zuverlässigkeit dieser Formel, und Tafel der Unterschiede der wahren und scheinbarn Breite; und weitere Ausführung der Genauigkeit dieser Rechnung.
- 59. §. Wo, und wie man die wahre Grösse eines Grades der Erdkugel finde?
- 60. §. Die Erde ist fast eine vollkommene Kugel, wenig eingedrückt.
- 61. §. Ob die Erde jemals ganz fließig gewesen?
- 62. §. Wie andere Weltkörper, Sonne, Mond, etc. erscheinen?
- 63. §. Eilf Gradmessungen und Bouguers Hypothese.
- 64. §. Regel die Grade in Klustern zu finden; und eine Tabelle für diese eilf Grade, mit welcher sieben Messungen nahe übereinstimmen,

65. §.

II. A u f g a b e.

65. §. Was wahr? Bouguers Hypothese? oder die Theorie der Kugelform der Erde?
66. §. Ob der Schwere Richtung auf des Wassers Oberfläche senkrecht?
67. §. Die Gradmessungen unterm Aequator und Angelkreisse schaden der Kugelform der Erde nicht.
68. §. Wie man durch die Pendellänge die Grösse der Erdkugel findet?
69. §. Darnach kommt zuviel.
70. §. Die Ursache.
71. §. Wie groß die Fliehkraft unterm Aequator? und welche Ausmessung der Erdkugel die wahre?
72. §. Unrichtige Bestimmungen durch die Pendellängen.
73. §. Grösse der Erdkugel durch 7 Ausmessungen bestimmt.
74. §. Unterschiede dieser Messungen von der Bestimmung.
75. §. Grösse der Erdkugel durch 5 Messungen bestimmt, und ihre Unterschiede von der Bestimmung.
76. §. Bestimmung jener Grösse durch alle elf Ausmessungen.
77. §. Welche Bestimmung zu wählen?
78. §. Formel zur Berechnung der Unterschiede der wahren und scheinbaren Breite in Klaftern.
79. §. Wie lang die in Minuten oder Sekunden samt der Tafel zu brauchen?
80. §. Tafel der Unterschiede der Breite und Grade in Klaftern.
81. §. Ob der Erde Kugelform richtig? und grosser Männer Aufwand und Mühe unnütz?

I n h a l t.

82. §. Die Gröfse eines Grades in einem gegebenen Parallelzirzel zu finden.
83. §. Welche Breiten bestimmt, und die richtigsten seyn; und welche, Theil an der richtigsten Bestimmung der Gestalt und Gröfse der Erde haben?

III. A U F G A B E.

84. §. Ob die Kugelforme der Erde von verschiedenen Graden samt ihrer bestimmten Gröfse auch mit andern Ausmessungen, Versuchen und Grundsätzen der Naturlehre übereinstimme?
85. §. Mit welchen Gradmessungen noch der Vergleich zu machen?
86. §. Tafel der Gröfse der Grade der Breite in Klaftern.
87. §. Wie der Vergleich zu machen?
88. §. Wie viel sie differiren?
89. §. Was sie für einen Unterschied in der Gröfse der Erdkugel machen?
90. §. Was von den Versuchen mit Pendeln zu halten?
91. §. Die im leeren Raume beobachteten Pendellängen und ihre Regel bestätigen die Kugelforme der Erde. Die Behutsamkeit, die dabey zu beobachten.
92. §. Ob so vieler Männer Theorien und Hypothesen kein Gewicht haben, wider die Kugelforme der Erde?
93. §. Wie des Meeres Abhängigkeit, kleine Abweichung von der Kugelforme zu erklären.

94. §.

III. A u f g a b e.

94. §. Wie das Gleichgewicht bey verschiedener Tiefe des Meeres?
95. §. Warum der Schwere Richtung auf der Oberfläche des Wassers in der Nivellierwage und kleinen Behältnissen senkrecht, nicht aber auf des großen Weltmeeres seiner?
96. §. Folgen und Vergleichung unserer Theorie mit andern.
97. §. Ein Beweis von der Schwere Richtung.
98. §. Die Vorrückung der Nachtgleichen ist nicht wider unsere Figur der Erde: sie muß bey ihrer vollkommensten Kugelforme geschehen.
99. §. Von der Erde Schwungpunkte, welcher vom Monde gezogen wird.
100. §. Gröfse dieser anziehenden und vorrückenden Kraft.
101. §. Ihre Wirkung in der Mondbahne von seiner größten Declination an bis zu seiner kleinsten, oder 0.
102. §. Die von seiner kleinsten oder 0, bis zur größten.
103. §. Was die Sonnen - was die Mondsnachtgleichen?
104. §. Die vom Monde in der Ekliptik verursachte Vorrückung der Nachtgleichen.
105. §. Nähere Bestimmung der Präcession.
106. §. Die monatlich vom Monde gewirkte.
107. §. Die jährlich vom Monde gewirkte, und ob die Erde im Kerne dichter, als an der Oberfläche?
108. §. Ungleichheit der Präcession.
109. §. Veränderung der Mondknoten.

I n h a l t

- 110. §. Präcession bey der mittlern Mondbahnneigung von $23^{\circ} 29'$.
- 111. §. Die bey der kleinsten Neigung, von $18^{\circ} 20'$.
- 112. §. Wie man die jährliche Präcession genau finde?
- 113. §. Die von der Sonne jährlich gewirkte Präcession.
- 114. §. Die Verhältniß der Massen von Erd und Mond.
- 115. §. Unterschied der grössten und kleinsten jährlichen Präcession.
- 116. §. Ob dieser das sey, was man die Nutation oder Schwankung der Erdaxe nennet?
- 117. §. Wie Herr Machin die Nutation erkläre?
- 118. §. Aehnlichkeit dieser Erklärung mit der grossen Schwankung der Erdaxe um den Pol der Ekliptik: und die verschiedenen Polarsterne in einem grossen platonischen Jahre.
- 119. §. Weitere Ausführung der machinischen Erklärung der Nutation.
- 120. §. Vergleichung der machinischen Hypothese mit den bradleyischen Beobachtungen.
- 121. §. Ob der gefundene Unterschied der Präcession mit den bradleyischen Beobachtungen übereinstimme?
- 122. §. Ob der Erdaxe Schwankung wahrhaft oder scheinbar?
- 123. §. Monatliche Schwankung der Erdaxe.
- 124. §. Derselben Grösse.
- 125. §. Ob der Schwungskreis langrund, eine Ellipse?
- 126. §. Wie sich dieses Schwungskreisses Bögen verhalten?

III. A u f g a b e.

127. §. Wie? seine Axen, große und kleine?
128. §. Genauere Verhältnisse des Kreises und der Axen.
129. §. Richtung der großen Axe: und eine Tabelle von dem Orte der Mondknoten und der Größe seiner Bahnneigung gegen den Aequator.
130. §. Schwingung der Axen des Schwungkreises.
131. §. Man kann die monatliche Veränderung der Declination aller Sterne finden.
132. §. Ob die monatliche Schwankung der Erdaxe nicht mit der Präcession streite?
- 133 - 35. §. Ob der mittlere Weltpol von dem polargleichen Zirkel abweiche? oder: vom schlangförmigen Schwungkreise.
136. §. Seine Größe.
- 137 - 40. §. Wie dieser vom großen Schwungkreise, und der wahre, drachjährige, Weltpol vom mittlern abweiche?
141. §. Bestätigung dieser Abweichung.
142. §. Diese Abweichung von Zeichen zu Zeichen der Drachenkopfbewegung.
143. §. Folgen hieraus, in Ansehung der Declination der Sterne.
144. §. Tafel der Oerter der Mondknoten und des wahren Weltpoles von 10 zu 10 Graden der Drachenkopfbewegung, samt der Rechnung.
- 145 - 46. §. Tafel von dem Unterschiede der Oerter des wahren und mittlern Weltpoles, von 10 zu 10 Grad der Drachenkopfbewegung: und dadurch die Veränderung der Declination der Sterne zu finden; wie auch der Ekliptikneigung ihre.

I n h a l t

147. §. Tafel von dem Unterschiede der mittlern und wahren Präcession, in der mittlern Bahne.
148. §. Vergleichung der Theorie der Nutation mit den bradleyischen Beobachtungen.
149. §. Warum zu den Rechnungen die Neigung der Ekliptik von $23^{\circ} 29'$ genommen worden?
150. §. Eine Rechnung bey der von $23^{\circ} 28'$.
151. §. Wie sich durch die Veränderung der Ekliptikneigung, die Vorrückung der Mondknoten und der Schlangkreiß ändere?
- 152-5. §. Wie die mittlere Präcession und der gross-jährige Schwungkreiß?
156. §. Der Sonne Masse.
157. §. Ebbe und Fluth.
158. §. Antwort auf die Einwendung von Jupiters Gestalt: welche der Erde Figur nicht widerspricht.
159. §. Unähnlichkeit der Meridiane: Herr d'Alemberts Vorschlag ist gut: unser Rath beym Gebrauche der Pendel.
160. §. Wie die Versuche mit Pendeln von mehreren gemeinnützig zu machen?
161. §. Wie durch das Pendel die Abweichung eines Ortes von der allgemeinen Regel, der Kugelforme, zu finden?
162. §. Aus einer kleinen Abweichung einer Gradmessung von der allgemeinen Bestimmung ist nicht gleich auf die Abweichung des Grades von der Regel zu schliessen.
163. §. Tabelle der Abweichungen der Gradmessungen von der Bestimmung: welche alle die Kugelforme der Erde beweisen.

NÜTZ-

N Ü T Z L I C H E F O L G E N:

FÜR DIE GEOGRAPHIE.

1. Gestalt der Erde; ihres Halbmessers Grösse und Abweichung von der Vertikale.
2. Wahre und scheinbare Breite, und ihre Grade.
3. Die Grösse eines Grades vom grössten Zirkel.
4. Des Grades Grösse bey verschiedener Höhe des Erdreichs.
5. Die Grösse eines Grades in einem Parallelzirkel zu finden.
6. Grösse einer Minute in Klaftern.
7. Grösse einer deutschen Meile in Klaftern.
8. Auf einen geometrisch aufgenommenen Plan die Grade der Länge und Breite zu tragen.
9. Einen Durchschnitt der Erdkugel nach dem Meridian (von Wien) von etlichen Graden zu machen.
10. Wie sich die Gewichter auf der Erde ändern?

FÜR DIE ASTRONOMIE.

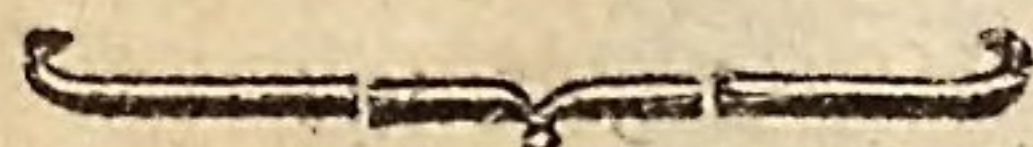
1. Das wahre und scheinbare Zenith und Nadir.
2. Der wahre und scheinbare Horizont.
3. Der wahr- und scheinfbare Horizont.
4. Die wahren und scheinbarn Tageslängen.
5. Die wahre und scheinbare Höhe der Sterne, des Poles.
6. Die wahre und scheinbare Parallaxe.
7. Das Azimuth zu finden.

I n h a l t.

8. Von der Parallaxe, die von der Abweichung der Vertikale von der Erde Mittelpunkt, oder von der sonst vermeinten sehr eingedrückten Erdkugel, herrühret.
9. Wie diese zu berechnen?
10. Andere nützliche Anwendungen der Kugelform der Erde.

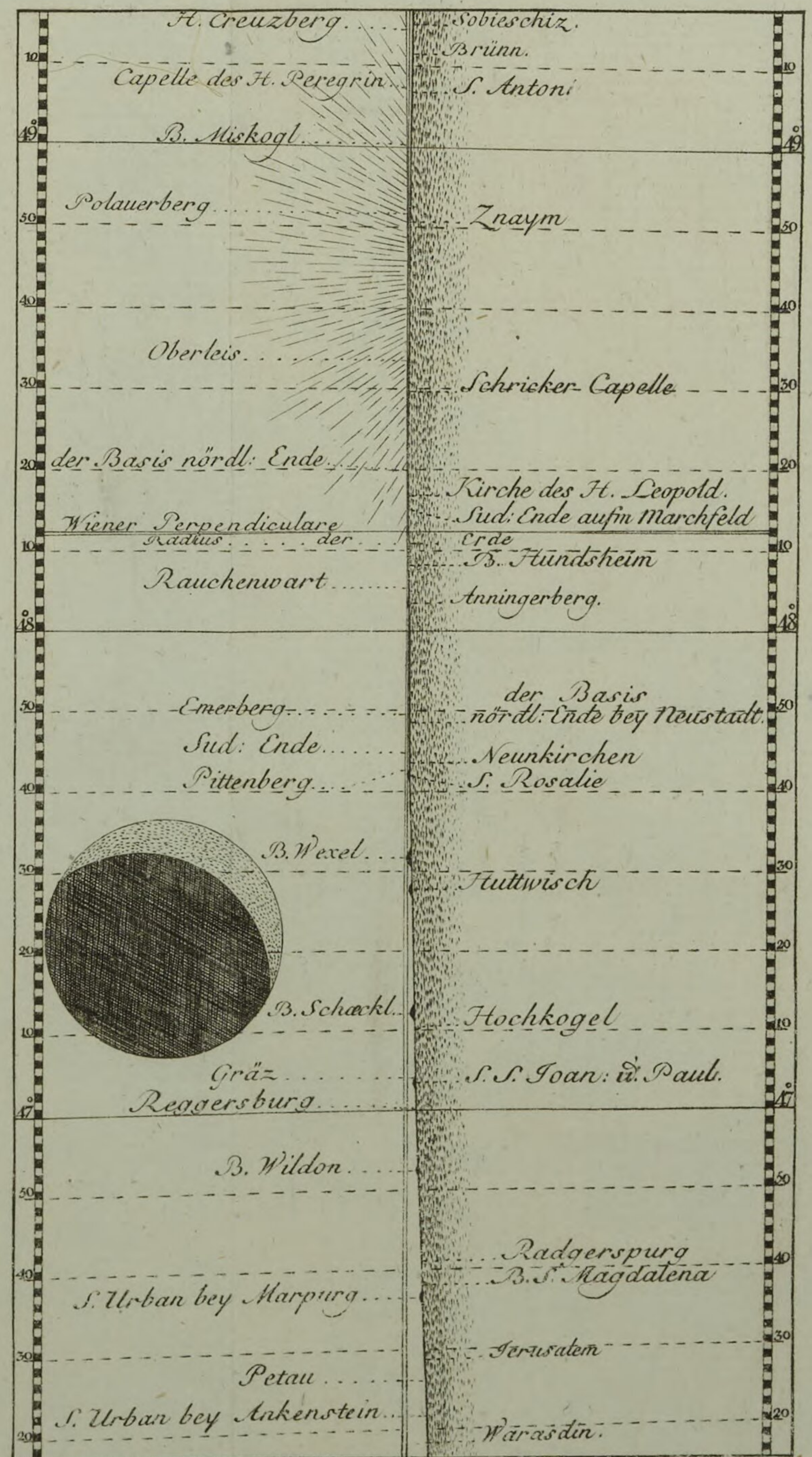


D R U C K F E H L E R

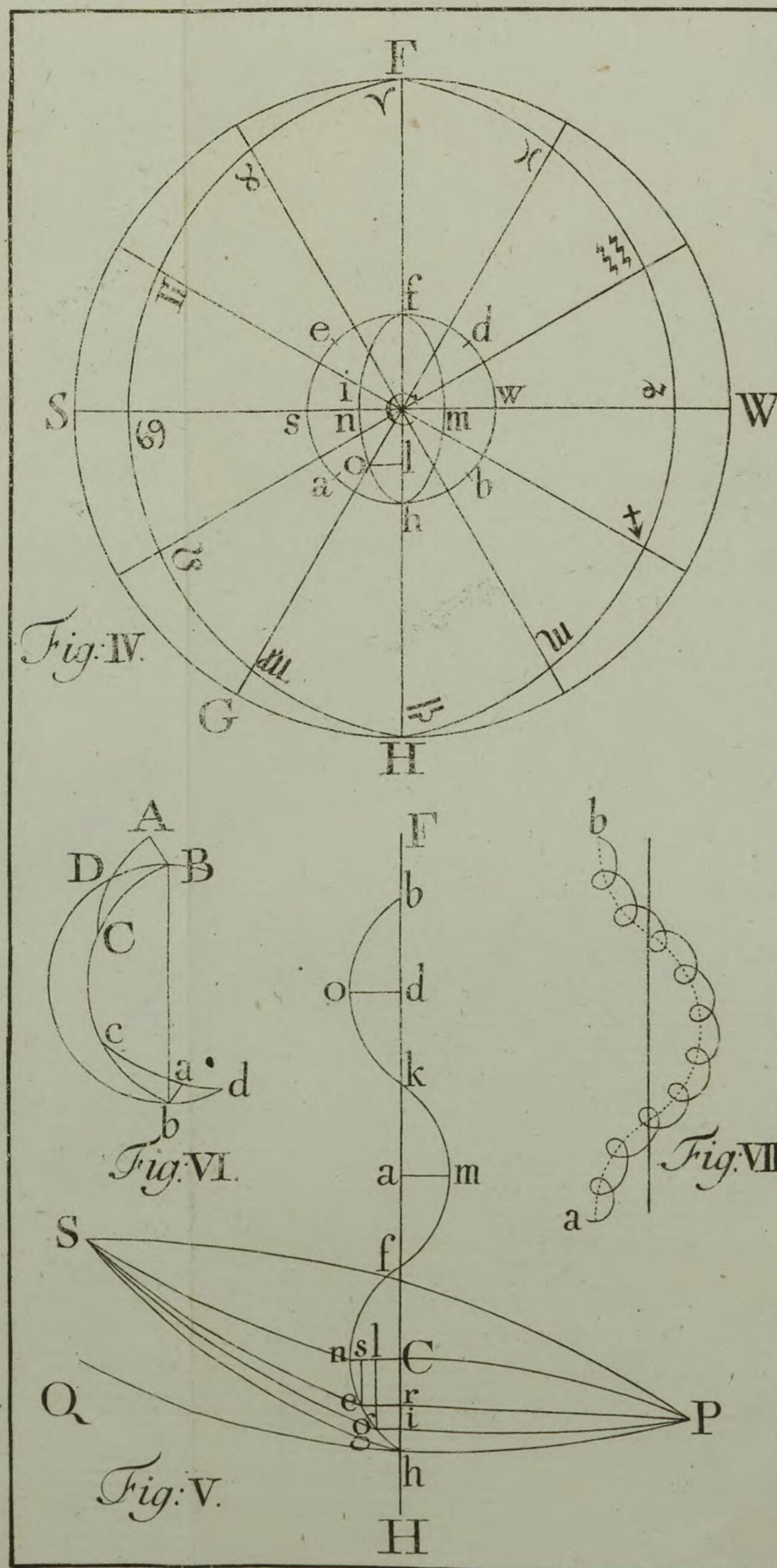


<i>Seite</i>	<i>Zeile</i>	<i>lies</i>	<i>statt</i>
8	13	Masse	Masse
11	7	Masse	Masse
15	19	Geographia.	Geographia
37	15	komme	kommen,
38	8	snellische	schnellische
48	2	Erde	Erdi
53	2	Auflösung:	Auflösung.
64	17	nördliche	nördlichen
65	9	Weltmeeres	Meltmeeres
78	16	überein?	überein.
83	2	von	Von
88	24	sage:	sage;
95	29	Wolf	Wolff.
—	—	Wolfi)!	Wolffi);
103	19	welchen	welcher
112	5	Oberfläche	Oherfläche
113	4	größer	kleiner
123	6	Neigungswinkel	Neigungswinkel
130	6	nach dem	nachdem
148	24	neunten	neuntes
159	1	45°,	45°,
—	9	279	297
165	19	rücken	rückten
176	8	Schwung	Schwun
189	17	51	47
205	23	Frühlingsnacht-	Herbstnacht-

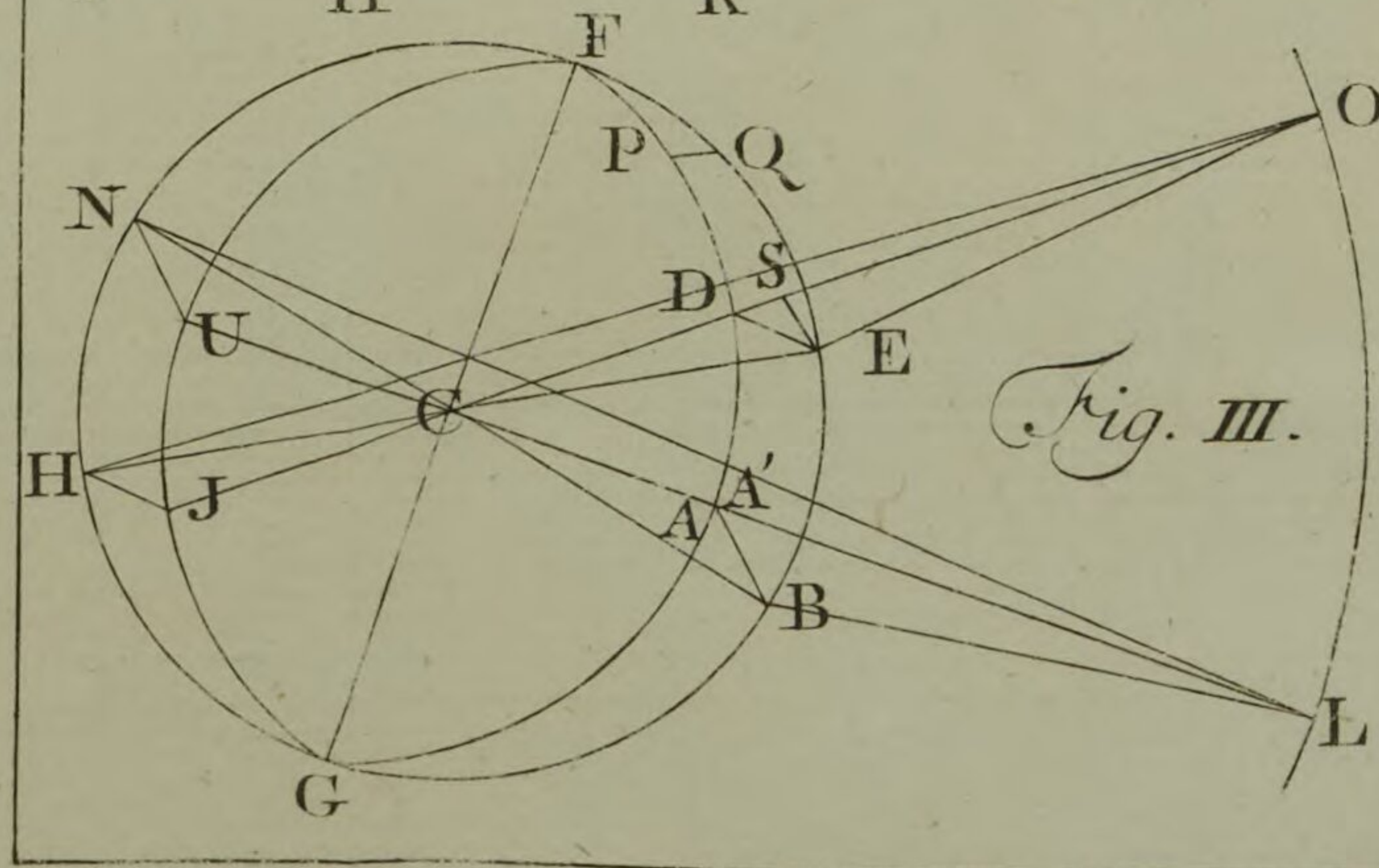
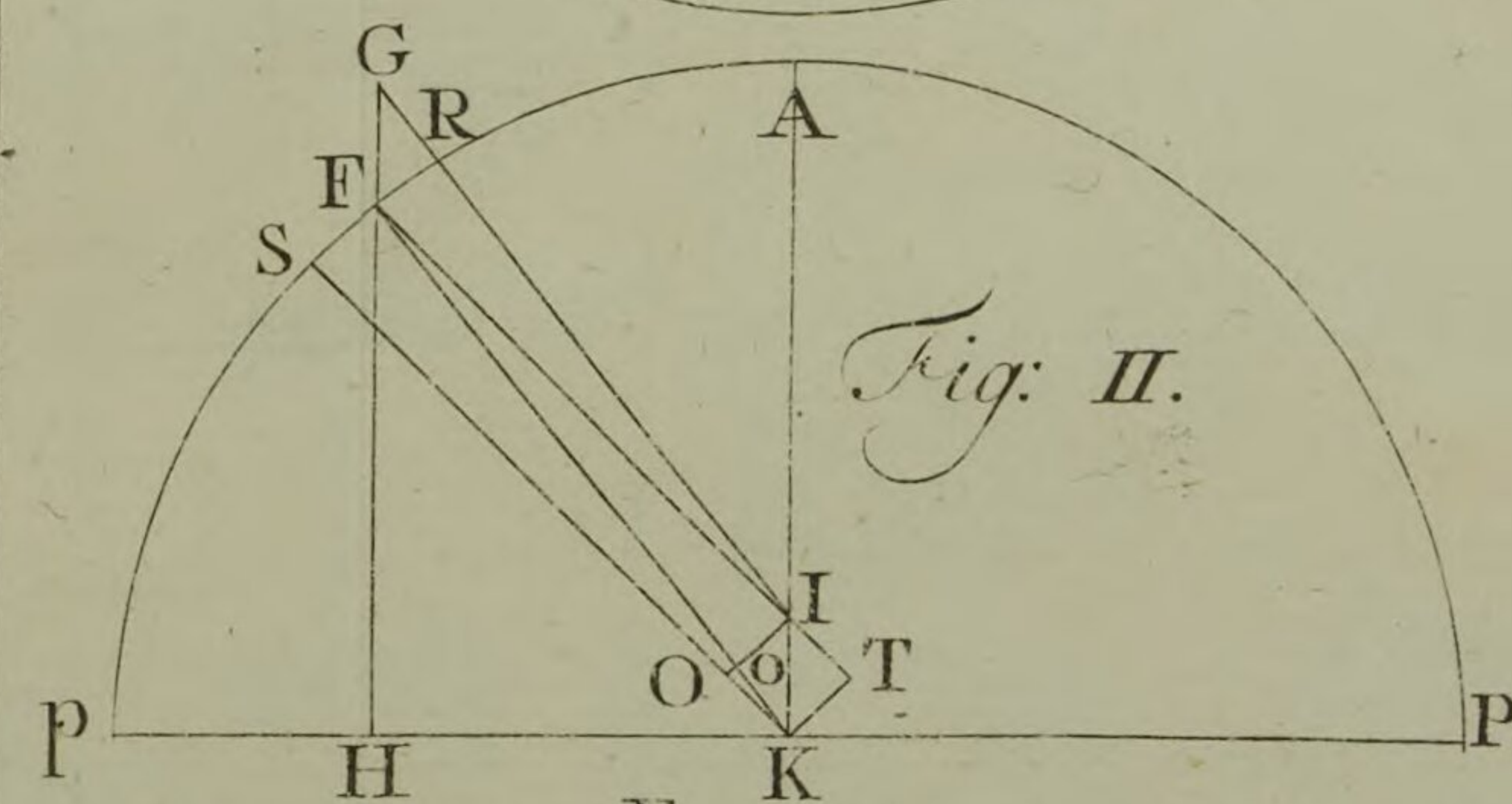
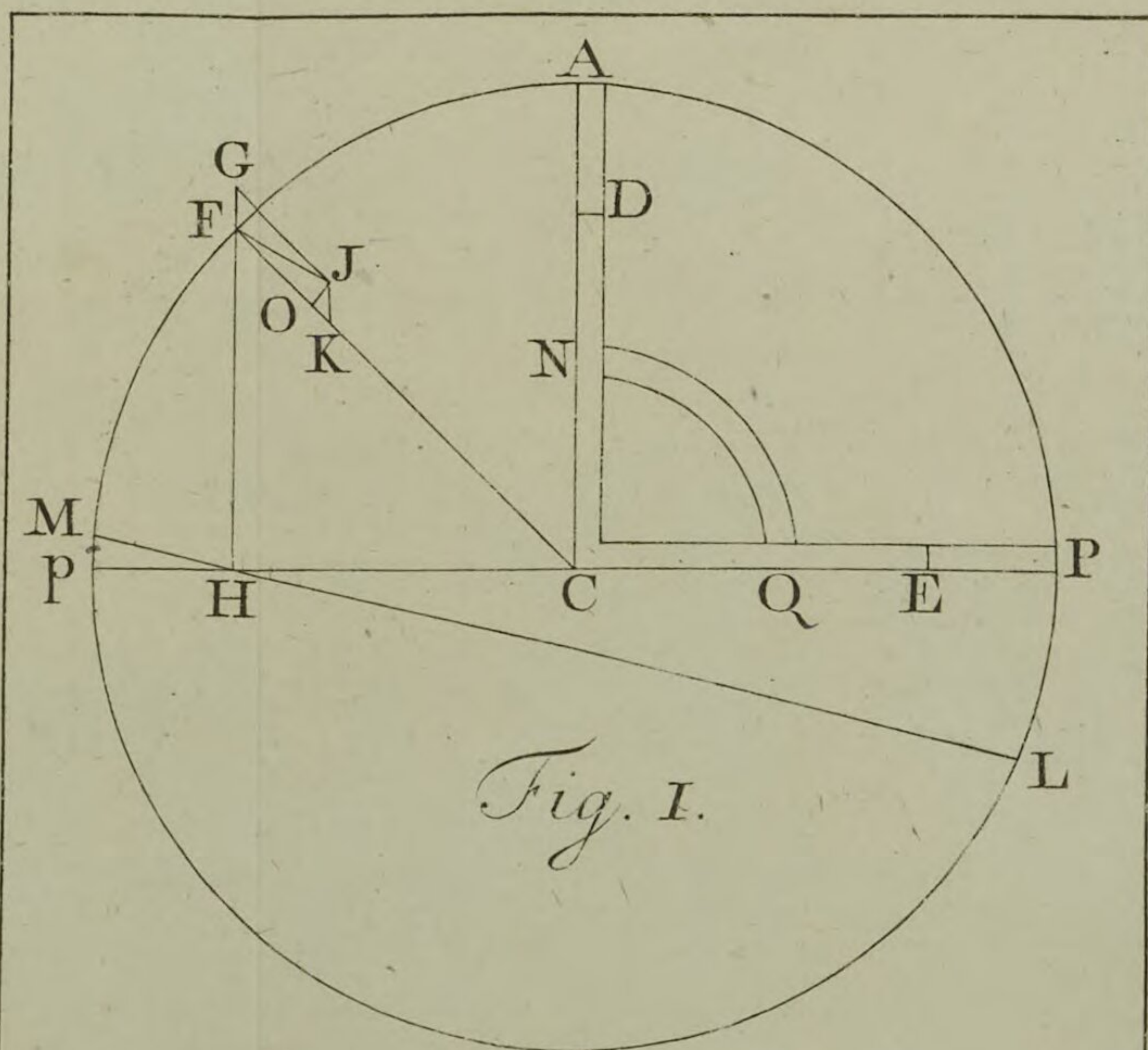
Seite	Zeile	lies	statt
61	17	=	—
123	13	a fin I.	fin I.
178	24	Winterko-	Sommerko-
—	32	nur 18'', 916 gröfser ist	18'', 916 ist
179	4	Sommerkolure	Winterkolure
—	20	Frühlingskolure	Herbstkolure
—	34	Herbstkolure	Frühlingskolure
191	21	Herbst-	Frühlings-
192	3	Frühlingskolure	Herbstkolure
—	19	Declinationscomplemente	Declinationsbögen
193	3	nationscomplemente	nationen
—	16	das Declinationscomplement	die Declination
—	32	Declinationscomplement	Declinationsbogen
194	14	ig	zg
198	9	verkleinern	vergröfsern



Gerlach Bestimmung.



Gerlach Bestimmung.



Gerlach Bestimmung.

Gerlach, Friedrich Wilhelm,

Die Bestimmung der Gestalt und Grösse der Erde wie auch der Vorrückung der
Nachtgleichen, Schwankung der Erdaxe, Verhältniss der Massen von Sonn, Erd
und Mond, etc

Wien 1782

Bamberg, Staatsbibliothek -- Phys.geogr.o.13

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11763478-2

VD18 11393300-002